



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## **FACULTAD DE INGENIERIA**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**

Desalinización con Beterraga(*Beta vulgaris L.*) asociada al vermicompost y cal agrícola para el mejoramiento de la calidad del suelo, Cañete, 2017

### **TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERA AMBIENTAL**

#### **AUTORA**

HANCCO OLIVERA CAROLINE CHRISTEL

#### **ASESOR**

Mg. Suarez Alvites Haydee

#### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Conservación y Manejo de los Recursos Naturales

**LIMA - PERU**

**2017-I**

## **JURADO CALIFICADOR**

---

Dr. Elmer Benites Alfaro

Presidente

---

Dr. Jorge Leonardo JaveNakayo

Secretario

---

Mg. Haydee Suarez Alvites

Vocal

## **DEDICATORIA**

Para mi padre, Guido HancCoCopaja, quien desde el cielo me ha seguido enseñando, apoyando e iluminando mis decisiones. Por él, que cultivó en mí el deseo de aprender didácticamente. Por él, motivo por el cual tengo metas definidas desde los 8 años de edad. Loveyou Dad.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad César Vallejo por brindarme los conocimientos necesarios en el curso de mi carrera profesional: Ingeniería Ambiental.

Al Ing. Elmer Benites Alfaro, por su confianza depositada en mí desde noveno ciclo.

A la Ing. Haydee Suarez Alvites, por su paciencia, dedicación y seguimiento para el desarrollo de esta investigación.

Al Sr. Oscar Quiroz por brindarme la facilidad de desarrollar mi tesis con tierra proveniente de su parcela en Cañete.

Al Ing. Luis Mendoza por el apoyo y conocimientos adquiridos en el Laboratorio.

A Roberto Romario VelasquezLlontop que me facilitó el vermicompost.

A Yolanda Vera Santillana (abuela y ejemplo de mujer), a Melissa Olivera Vera (padre y madre para mí), a Delia Olivera Vera (tía y mi segunda madre), a Luigi Gomez Olivera (hermano y ejemplo a seguir) y a Paul CardenasMoscol (compañero de viaje en la vida); infinitamente agradecida por su apoyo.

## **DECLARACIONDEAUTENTICIDAD**

Yo, CarolineChristelHancoco Olivera, con DNI N° 76511319, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 20 de julio del 2017

-----  
**CarolineChristelHancoco Olivera**

## PRESENTACION

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada "Desalinización con *Beterraga* (*Beta vulgaris* L.) asociada al vermicompost y cal agrícola para el mejoramiento de la calidad del suelo, Cañete, 2017", la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniera Ambiental.

CarolineChristelHanco Olivera

## INDICE

DEDICATORIA.....	3
DECLARACION DE AUTENTICIDAD .....	5
I. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1. Realidad Problemática .....	4
1.2. Trabajos previos.....	5
1.3. Teorías relacionadas al tema .....	10
1.3.1. Salinidad en los suelos .....	10
1.3.2 Propiedades fisicoquímicas del suelo .....	11
1.3.3 Nivel de Salinidad .....	16
1.3.4 Efectos de la Salinidad sobre el suelo y plantas .....	17
1.3.5. Plantas Halófitas .....	19
1.3.6 Capacidad de absorción de sal en plantas halófitas .....	21
1.3.7 Beterraga ( <i>Beta vulgaris</i> L.) .....	21
1.3.8. Vermicompost: .....	23
1.3.9. Cal agrícola.....	23
1.4.0 Adaptación al Cambio Climático .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4. Formulación del problema.....	23
1.4.1. Problema General.....	23
1.4.2. Problemas Específicos .....	24
1.5. Justificación del estudio .....	24
1.6. Hipótesis .....	25
1.6.1 Hipótesis General .....	25
1.6.2 Hipótesis Específicas.....	26
1.7. Objetivos .....	26
1.7.1. Objetivo General.....	26
1.7.2. Objetivos Específicos .....	26
II. MÉTODO.....	27
2.1 Diseño de Investigación .....	27
2.1.1. Lugar de Estudio.....	27

2.1.2. Diseño experimental .....	30
2.1.3. Estructura del Experimento.....	30
2.2. Variables, Operacionalización .....	33
2.3. Población y muestra .....	36
2.3.1. Población.....	36
2.3.2. Muestra.....	36
2.3.3. Unidad de Análisis .....	36
2.3.4. Forma de Muestreo de suelo guía de quien .....	36
2.3.5. Forma de Muestreo de la planta.....	36
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	
37	
2.4.2. Validez .....	38
2.4.2. Confiabilidad .....	39
2.5. Métodos de análisis de datos.....	40
III. RESULTADOS .....	41
3.1 Capacidad de absorción de sal del suelo en la Beterraga ( <i>Beta vulgaris</i> L.)	41
3.2 Nivel de salinidad del suelo, antes y después sembrar Beterraga ( <i>Beta vulgaris</i> L.).....	48
3.3. Propiedades físicas y químicas del suelo.....	52
3.3.1 Propiedades físicas.....	52
IV. DISCUSION .....	60
V. CONCLUSION .....	62
VI. RECOMENDACIONES .....	63
VII. REFERENCIAS.....	64
ANEXOS .....	69



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1: Tamaño de partículas de suelo.....	10
Cuadro N° 2 : Clasificación de la Conductividad Eléctrica (CE) .....	18
Cuadro N° 3 : Halófitas muy tolerantes a la salinidad .....	22
Cuadro N° 4 : Taxonomía de la beterraga .....	24
Cuadro N° 5 : Unidades Experimentales de Análisis de suelo .....	35
Cuadro N° 6 : Codificación de las muestras de suelo .....	36
Cuadro N° 7 : Unidades Experimentales de Análisis de la beterraga.....	36
Cuadro N° 8 : Codificación para la muestra de Beterraga.....	37
Cuadro N° 9 : Operacionalización de variables .....	38
Cuadro N° 10: Coordenadas del Primer Punto de Muestreo de suelos.....	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 : Macro-organismos y Mega-organismos .....	17
Figura N° 2 : Agua útil en el suelo salino.....	20
Figura N° 3 : La provincia de Cañete ubicado en el departamento de Lima, Perú.....	30
Figura N° 4 : El distrito de Cerro Azul ubicado en la provincia de Cañete.....	30
Figura N° 5: Área de suelo salino en la chacra de Casa Blanca.....	31
Figura N° 6: Estructura del experimento.....	30

## RESUMEN

El objetivo fue determinar la eficiencia de la desalinización con Beterraga (*Beta vulgaris L.*) asociada al vermicompost y cal agrícola para el mejoramiento de la calidad del suelo, siendo la muestra poblacional el área de la parcela (1930 m<sup>2</sup>) del centro poblado Casa Blanca, Cerro Azul, en la provincia de Cañete. Se ejecutaron 3 tratamientos más Testigo (cada uno con 3 repeticiones), empleándose un total de 12 macetas experimentales. La salinidad antes del cultivo de beterraga era de 12.86 dS/m y gracias al Tratamiento Testigo se redujo un 28.66%, en el Tratamiento N°1 con vermicompost al 20% p/p la eficiencia fue de 44.44%, en el Tratamiento N°2 con cal agrícola (70 gr), 29.30%, y por último en el Tratamiento N°3, 52.22%; se concluyó que el cultivo de la Beterraga asociada a la enmienda orgánica: vermicompost, e inorgánica: cal agrícola es el tratamiento más eficiente para la desalinización de suelos.

Palabras clave: Desalinización, Suelo, *Beta vulgaris L.*, Vermicompost, Cal agrícola

## ABSTRACT

The objective was to determine the efficiency of desalination with Beet (*Beta vulgaris* L.) associated with vermicompost and agricultural lime for the improvement of soil quality, the population sample being the area of the plot ( $1930\text{ m}^2$ ) of the populated center Casa Blanca, Cerro Azul, in the province of Cañete. Three treatments were performed plus Witness (each with 3 replicates), using a total of 12 experimental pots. The salinity before beet cultivation was 12.86 dS / m and the Control Treatment was reduced by 28.66%, in Treatment No. 1 with vermicompost at 20% w / w the efficiency was 44.44%, in Treatment No. 2 With agricultural lime (70 g), 29.30%, and finally in Treatment No. 3, 52.22%; It was concluded that the cultivation of Beetroot associated with the organic amendment: vermicompost, and inorganic: agricultural lime is the most efficient treatment for desalination of soils.

Keywords: Desalination, Soil, *Beta vulgaris* L, Vermicompost, Agricultural Lime.

## I. INTRODUCCIÓN

El suelo es un recurso renovable que abastece a la población mundial con sus diversos cultivos. Desafortunadamente aquella diversidad se encuentra disminuyéndose al pasar los años debido a que el hombre lo explota y degrada cada día más, ya sea directa o indirectamente.

En el mundo, 6 150 millones de hectáreas son tierras secas, distribuidos de la siguiente manera: África (1 959 ha), Asia (1 949 ha), América del Norte (736 ha), Australia (663 ha), América del Sur (543 ha) y Europa (300 ha). Siendo Perú el tercer país que se encuentra con mayor extensión de tierras secas (516 654  $Km^2$ ) en América del Sur, lo cual representa el 40,2 % de nuestro territorio (REYNOLDS et al., 2005). El cambio climático provocaría procesos de salinización y desertificación en el 50% de las tierras de zonas secas (MAGRIN, 2008). La desertificación es la degradación de las tierras secas causadas por variaciones climáticas, así como actividades antrópicas.

Aproximadamente 34 millones de hectáreas (11% del área irrigada) se encuentran afectadas por la salinización de suelos en el mundo. Pakistan, China, EE. UU e India representan más del 60%, es decir 21 millones de hectareas (FAO, 2011). En los valles de la costa peruana, la acumulación de sales es causado por un mal drenaje y prácticas de riego inadecuadas. Los valles más afectados (50-100%): Tumbes, Piura, Mala, Cañete, San Lorenzo, Santa-Lacramarca, Casma, Chíncha, Pisco, Ica. Acarí, Camaná, Majes, Vitor, Tambo y Sama (GUERRERO, 2002). En el 2015, según el congreso Iberoamericano de Riego y Drenaje, existe alrededor de 298 461 ha de suelo que cuentan con problemas de salinidad, siendo el 29% causada por la naturaleza y el 71% por el hombre. Los suelos costeros del Perú se encuentran salinizándose lo cual impide el crecimiento de cultivos no tolerantes a la sal.

## 1.1. Realidad Problemática

La salinización de suelos es uno de los principales problemas ambientales debido a que es uno de los efectos adversos que causa las actividades antrópicas y el cambio climático entre ellos se puede mencionar el incremento de la temperatura, disminución de precipitaciones y crecimiento del oleaje del mar costero, ambos conllevan a la desertificación de suelos. ¿Empero qué relación tiene la salinización y la desertificación de suelos?

En el Perú tan solo existe un porcentaje minoritario (1,1%) de suelo cultivable (FAO, 2011), y en ella habita aproximadamente 31 152 personas, concentrándose el 56.3% en la región Costa, (INEI, 2015). Los suelos costeros son los más perjudicados con la salinidad por la proximidad que tiene este con el mar (causa natural), también es conocido como “intrusión marina” porque el agua salada se filtra en el subsuelo y por capilaridad las sales asciende hasta la superficie del suelo formándose costras, por ende, posee más riesgo a la desertificación. Además, los suelos salinos son originados también por prácticas de riego inadecuadas y mal drenaje (causa antropogénicas); lo cual ocasiona la saturación y precipitación de sales.

Es un desafío abastecer con alimentos a tal densidad de población con tan pocos recursos, la gran mayoría de agricultores se dedican a explotar al máximo su suelo agrícola; los restantes, adaptan sus cultivos a suelos con baja salinidad, sin embargo, la problemática se presenta cuando se hace referencia a suelos alta/extremadamente salinos.

Se han hallado técnicas para desalinizar el suelo, aunque suelen ser costosas, la más conocida es el lavado de suelos por drenaje; atendiendo a estas consideraciones es que se tiene que plantear una técnica económica al alcance de los agricultores, asimismo, práctica para que estos mismos puedan ejecutarla. Una alternativa es desalinizar el suelo con plantas halófilas, las cuales se encuentren aptas para regar con agua de mar, se adapten a las altas

temperaturas, y sean comestibles para el ser humano dándole un valor económico.

La zona sur del Perú, específicamente la provincia de Cañete, ha crecido económicamente gracias al sistema productivo, generando agricultura de altos insumos, con riego y uso de maquinarias. En la Costa existe 357,561 productores agropecuarios según el INEI (2012).

Según GONZALES y MORAN (2008), Cañete se encuentra en la lista de valles afectados por sales entre un 50-100%. Por ello se han realizado obras de drenaje para combatir este problema, gastando miles de soles sin solucionarla. De tal manera que los agricultores no pueden cultivar especies no tolerantes a la sal, reduciendo sus niveles de producción. Con la presente investigación se determinará la eficiencia de la desalinización con Beterraga (*Beta vulgaris* L.) asociada al vermicompost y cal agrícola para el mejoramiento de la calidad del suelo.

## **1.2. Trabajos previos**

En el año 2016 se publicó el artículo “Halophytic companion plants improve growth and physiological parameters of tomato plants grown under salinity” experimentado en el suelo de Turquía con el objetivo de mitigar el estrés salino de tal manera poder cultivar plantas de tomate. Se obtuvo 4 muestras de suelo con diferentes salinidades: 0.9, 4.2, 7.2 y 14.1 dS/m. lo que equivale a no salino, ligero, moderado y altamente salino. Resultó que la planta del tomate cultivada a lado de *Salsola soda* L, y en un suelo fuertemente salino (14.1 dS/m) logró disminuir la CE a 10.6 dS/m. Como conclusión, a mayor salinidad que haya en el suelo, mayor será la actividad enzimática de las plantas halófilas (*Salsola soda* L. y *Portulaca oleracea* L.); esta primera es eficaz al cultivarse en suelos altamente salinos asociada a la planta de tomate. (SEMA KARAKAS et al.)

En el artículo “Effect of application of vermicompost on the chemical properties of saline-sodic soil of Venezuelan semiarid”, se evaluó el efecto del vermicompost en

un suelo salino sódico (CE inicial 3.48 dS/m) , para ello se aplicó 4 tratamientos con distintas dosis de vermicompost: 0, 1, 5 y 10% por un periodo de 28 días. Los parámetros a evaluar fueron: pH, CE, cationes intercambiables y el PSI (Porcentaje de Sodio Intercambiable). Como resultado se obtiene que en el último tratamiento con 10% de vermicompost, la CE disminuyó a 1.33 dS/m y el PSI se redujo en un 50% , concluyéndose que es una excelente enmienda orgánica para remediar suelos salinos sódicos (MOGOLLON, MARTINES y TORRES, 2015).

En el artículo “Potentiality of *Suaeda monoica* Forsk. A saltMarshHalophyteonRestoration of SalineAgricultureSoil“ nos comprueba la viabilidad del empleo de las plantas halófilas para la desalinización de suelos costeros agrícolas en India, ya que estas bioacumulan la sal en sus tejidos, la especie utilizada fue *Suaeda monoica*, de rápido crecimiento. Se delimitaron parcelas de 5 x 10m, los individuos fueron plantadas con 30 cm de distancia, tomándose como intervalos de muestreo a los 30, 60, 90 y 120 días de cultivo. Se determinó el peso fresco y seco (después de ser sometido a 80°C durante 24h) de las plantas mientras que las muestras de suelo fueron tomadas entre 0-15 cm de profundidad teniendo en cuenta los parámetros de conductividad eléctrica (CE), pH, la relación de adsorción de sodio (por sus siglas en inglés, SAR) y contenido de cloruro y sodio. Como resultado se obtuvo que en un suelo con salinidad moderada el peso fresco y seco aumentó en 77.13% y 72.73% respectivamente a los 120 días de cultivo y que esto se debe a que en la especie *Suaeda monoica* se acumulan componentes inorgánicos en su tejido vegetal. La conductividad eléctrica inicial (5.1 dS/m) lográndose reducir a 1.8 dS/m después de 120 días de cultivo. *Suaeda monoica* eliminó 453.55 Kg de cloruro de sodio en una hectárea de terreno en 4 meses. Se concluyó que dicha especie se puede utilizar con éxito en tierra agrícola (AYYAPPAN, BALAKRISHNAN, y RAVINDRAN, 2013).

En el año 2013 se llevó a cabo un proceso participativo de diagnóstico del Plan Económico Social de Lambayeque, gracias al grupo de investigación de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, motivando a desarrollar un programa de desalinización con la remolacha azucarera. Afirman que el tiempo de cosecha es de 4 a 5 meses y que el proceso de irrigación es igual al de la caña de azúcar,

empero, es económico en su cosecha y no daña al medio ambiente ya que a la caña de azúcar se tiene que incinerar. Mencionan que por cada tonelada de remolachas se produce 150 kg de azúcar. Además, que en la primera siembra se llegó a desalinizar el 15%, en la segunda el 45%, en la tercera el 80% y por último en la cuarta siembra de remolacha la cantidad de salinidad ha disminuido en un 94%, llegando a la conclusión que las sales han ido almacenándose en las hojas de la remolacha.

Las Halófitas poseen un mecanismo y proceso el cual les permite sobrevivir en un suelo salino. Se ha comprobado que las concentraciones de iones en este tipo de plantas no se incrementan al cultivarse en un suelo con mayor salinidad, es decir tienen un límite de absorción de iones; según la tesis de PARRA (2012) sobre Efectos de distintos niveles de salinidad en especies halófilas en un saladar del Sud de Alicante. Para ello se obtuvo cuatro parcelas de suelo, cinco muestras de vegetación: *Arthrocnemum macrostachyum*, *Inula crithmoides*, *Juncus acutus*, *Juncus maritimus* y *Sarcocornia fruticosa*; y 3 estaciones del año: primavera, verano y otoño. Como resultado se obtuvo que las plantas captan mayor cantidad de los siguientes elementos: cloro, el sodio y; potasio y calcio (en menor cantidad); resultando ser los mismos que capta el suelo, exactamente en el mismo orden. Siendo *Sarcocornia fruticosa*, la especie que acumuló mayor concentración de iones en todas las estaciones, a comparación de las demás. Se concluyó que las plantas tienen un límite de concentración de sal que acumulan, y si se aumenta la sal en los suelos, ésta ya no seguirá absorbiendo sales a pesar de ser especies acumuladoras.

SAKAI Yuji (2012) en su artículo "Phytodesalination of a Salt-Affected Soil with Four Halophytes in China" afirma que para los suelos que contienen demasiada sal (NaCl), tal es el caso del suelo de Tianjin (China), es recomendable emplear la Fito desalinización por ello experimentaron con 4 plantas halófitas: *Artemisia argyi* L., *Limonium bicolor* K., *Melilotus suaveolens* L. y *Salsola collina* P. Estas fueron colocadas en crisoles utilizándose 3 tipos de suelos salinizados de distintas ciudades en Tianjin. Los parámetros de suelos evaluados fueron: Ph, CE y ESP (por sus siglas en inglés significa porcentaje de sodio



intercambiable); así mismo se evaluó concentraciones de los iones: Na, Ca, Mg, Cl, HCO<sub>3</sub>, CO<sub>3</sub> y SO<sub>4</sub> antes y después del cultivo. Se logró disminuir las concentraciones de Na y Cl; y conductividad eléctrica gracias a las 4 halófitas comprobándose que existe una correlación entre su crecimiento con el contenido de absorción de Na y K. La especie *Melilotus suaveolens* L fue la que desalinizó más el suelo porque la CE inicial fue de 57 dS/m y posterior al cultivo de 3 dS/m (aprox) y la especie *Artemisia argyi* L redujo en mayor porcentaje el ESP (PSI) porque la concentración inicial fue de 66.2%, posteriormente de 33%. En lo referente al parámetro de pH, en la mayoría de suelos con especies se observa que fue aumentando. Se concluyó que a mayor crecimiento de las raíces de las halófitas, mayor absorción de sal existe debido a la lixiviación de sales.

PEREZ,PIZA Y SALAMANCA (2011) en su artículo en la revista Inventum: “Respuesta fisiológica del cultivo de remolacha (*Beta vulgaris* L.)bajo condiciones de un sustrato salino en Madrid, Cundinamarca” comprueban que la beterraga es efectiva en la desalinización de un suelo que tenía 4.23 dS/m<sup>3</sup> disminuyendo la degradación del suelo agrícola. La metodología fue diseño de bloque al azar, el cultivo se realizó en un área de 250 m<sup>2</sup> con una densidad de 210 plantas (10 camas). El parámetro analizado fue el contenido hídrico relativo (CHR), esto se halla calculando primero el peso fresco de las hojas tras la cosecha, luego se introducen en tubos con agua destilada y se refrigeran por 24 horas en 4 °C anotándose el peso turgente, Finalmente el peso seco se obtuvo a las 72 horas de introducir las hojas en estufa a 80 °C. Se concluyó que, si no se adiciona fertilizante o algún compuesto químico, la beterraga logró a tener un porcentaje mayor de CHR en sus tejidos, lo cual le permite resistir más a un suelo salino.

HERNANDEZ (2011) en su tesis doctoral “Biorecuperacion de suelos salinos con el uso de materiales orgánicos”determina la biorecuperacion de un suelo salino sódico gracias a la aplicación de compost, vermicompostsólido y *Lemna* mezclados con fosfoyeso a través de la metodología de columnas de suelo que se adaptaban a condiciones del lugar de estudio, Zulia – Venezuela. En tubos de polietileno de 3.55 cm de radio y entre 70 a 90 cm de longitud (dependiendo de la altura de mezcla de suelo con las enmiendas), en cada tubo se colocó 40 cm de

arena lavada, lo cual facilita el drenaje, posterior a ello, se introdujo 1055 Mgde suelo combinado con el fosfoyeso y las proporciones establecidas de enmiendas orgánicas: 1.5 y 3% de compost, vermicompost sólido y Lemna. En total hubo 15 tratamientos. Para evaluar la eficiencia de la bioremediación realizada, se cultivó plantas de tomate tomándose como variables su altura, materia seca y diámetro del tallo. La Lemna fue un material sin maduración por su naturaleza fresca, mientras que el compost y vermicompost sólido estaban maduros, dichos resultados fueron obtenidos gracias al Índice de Polimeración (IP), establecido como el mejor indicador de humificación y madurez. El catión de  $Na^+$  disminuyó en 86% gracias a la doble proporción de requerimiento de yeso y la altura de la planta de tomate fue mayor en el tratamiento con 3% de vermicompost, el diámetro y el valor en materia seca en el tratamiento con 1.5% de compost más yeso fueron los mayores. Se concluyó que gracias a la proporción de 1.5% del material orgánico: Vermicompost sólido se ha reducido la salinización en un 60%, resultando ser no tan efectivos ni el Compost ni la Lemna (1.5 y 3.0 % p/p). Además, las plantas de tomate tuvieron mayor crecimiento gracias a los tratamientos de compost y vermicompost sólido, mas no en los testigos.

En Okinawa, departamento de Santa Cruz, Bolivia; se llevó a cabo una investigación para recuperar y disminuir la salinidad del suelo. Se trabajó con 12 parcelas. En la época de invierno se adicionó abono verde: *Lablabmarron* (*Lablabpurpureum* (L.) sweet) a suelos con concentraciones de CE: menor a 1, 3, 4, 5, 6 Y 7 dS/m; Además, se implantó cobertura muerta: vaina de soya, merkeron y chala de arroz; en la superficie del suelo fuertemente salino (CE 6.4 dS/m). Por otro lado, en la época de verano se sembraron cultivos comerciales: soya (*Glycinemax* (L.) merril) y sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L) moench) sobre las coberturas de invierno. En los resultados se observó que sembrando *Lablabmarron* (*Lablabpurpureum* (L.)) en invierno y suelo salino la CE disminuyó de 4.7 a 2.1 dS/m en 70 días; y en Verano no se observó cambio mayores por la frecuencia de lluvias; cabe mencionar que en 2 parcelas la CE aumentó pero en un rango mínimo (0.2 y 0.1). En lo que corresponde al suelo fuertemente salino, la vaina de soya logró reducir la salinidad a 1.1 dS/m, merkeron a 1.3 dS/m y la chala de arroz a 0.7 dS/m y el abono verde a 1.6 dS/m; (todo ello fue evaluado en

6 meses de cultivo). Finalmente cultivaron las plantas comerciales, y en el sorgo se presentó mayor crecimiento en la cubierta muerta: vaina de soya; mientras que la soya en la chala de arroz. Se concluye que el abono verde funciona en suelos con CE menor a 3 dS/m y en suelos que sobrepase esa concentración, es mejor aplicar coberturas muertas en la superficie del suelo para evitar el afloramiento de sales (2003).

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1. Salinidad en los suelos**

La salinización es un tipo de degradación de suelos por la acumulación de sales entre ellas se tiene cloruros, sulfatos, carbonatos y ocasionalmente boratos de calcio, magnesio y sodio; las cuales son producidas bajo condiciones específicas. (FASSBENDER, 1975). La concentración de estas sales solubles al tener contacto con las raíces de las plantas, estas no pueden desarrollarse correctamente, asimismo, afectan a las actividades microbiológicas del suelo. Es de importancia conocer que existen dos causas por la que un suelo es salino: primaria y secundaria. Se hace referencia a lo primero, cuando la salinidad se debe al material original del suelo, es decir, por obra de la naturaleza; y secundario, cuando interviene la acción del hombre: exceso de riego al suelo y mal drenaje de suelos. (GARCIA, 2002). Los suelos salinos se caracterizan por tener un valor pH menor que 8.5., Na al 15% y una conductividad de 4 mmhos/cm. (FASSBENDER, 1975).

La salinidad en suelos afecta a la fisiología de la planta, así como también a su metabolismo ya que ocasiona un desequilibrio iónico; por ende, si existe un estrés salino rompe la homeostasis del potencial hídrico y la distribución de iones (ALCARAZ, 2012). Las plantas denominadas “sensibles a la salinidad” se encuentran afectadas por una conductividad eléctrica de 2 dS/m y las “tolerantes” soportan 6 dS/m o inclusive más (CALDERON, 2015).

### 1.3.2 Propiedades fisicoquímicas del suelo

#### 1.3.2.1 Propiedades Físicas

Según MACCAULEY y JONES las características físicas del suelo dependen del uso que le otorga el ser humano, entre ellas se tiene:

##### 1.3.2.1.1. Textura

Es la proporción de tres partículas inorgánicas: arcilla, limo y arena. Estas se distinguen por su tamaño (Tabla 1.).

**Tabla 1.** *Composición granulométrica de las partículas de suelo*

Partícula de suelo	Diámetro (mm)
Arcilla	<0.002
Limo	0.002-0.05
Arena	0.05-2.0

Fuente:MACCAULEY y JONES, 2005.

Según ZAVALA (1992):

#### **Arcilla**

Partículas menores a 0.002 mm, retienen gran cantidad de agua que cuando se humedecen se caracterizan por ser pegajosas y plásticas mientras que cuando están secas, se endurecen.

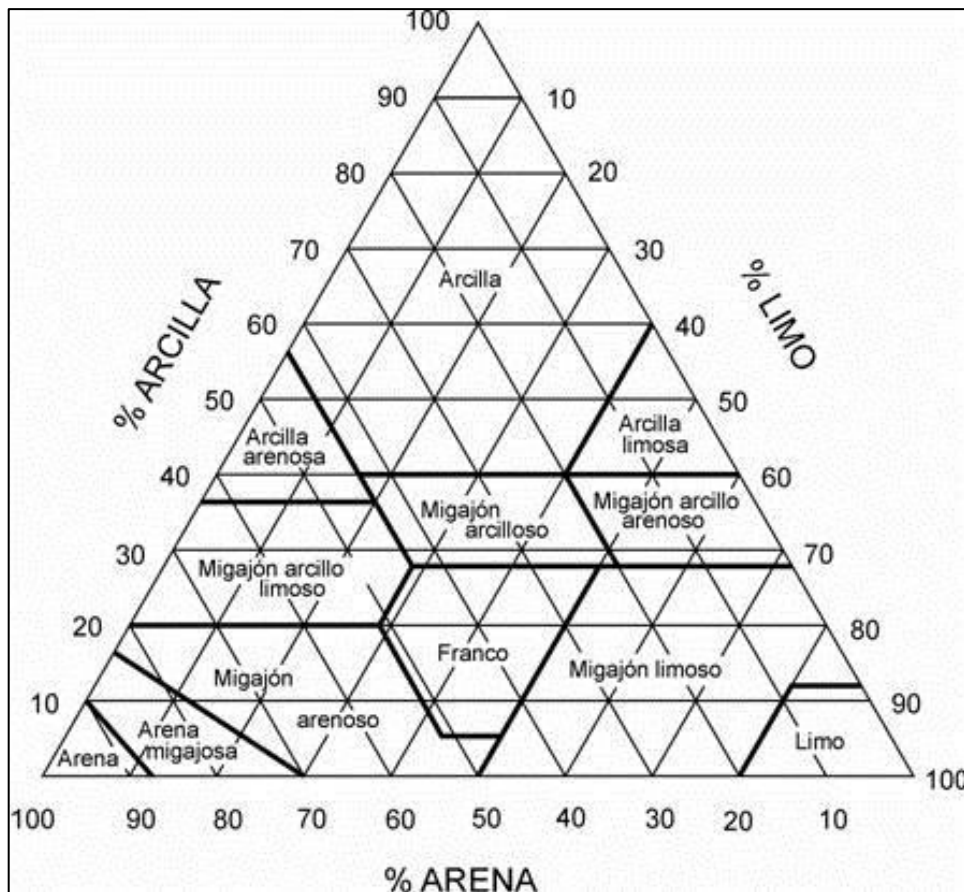
## **Limo**

Partículas de tamaño mediano entre 0.002 y 0.05 mm, tienen alta capacidad de retener agua, cuando se humedece tiende caracterizarse por su pegajosidad y plasticidad siendo moldeables, empero cuando se seca, fácilmente se deshace.

## **Arena**

Partículas de tamaño grande e irregular entre 0.05 y 2.0 mm, presentan poros de tamaño grande siendo de alta permeabilidad para el aire y agua. Además, cuando se humedece posee una textura moldeable y áspera; sin embargo, se seca muy rápido.

La determinación de la textura se realiza por la ubicación de porcentaje de arcilla, limo y arena en el triángulo de clases texturales de la USDA (Figura 1.).



Fuente: USDA, 1991.

**Figura 1.** *Triángulo de Clases Texturales*

#### 1.3.2.1.2. Densidad aparente

Es la medida en peso del suelo por unidad de volumen ( $\text{gr/cm}^3$ ). La mayoría de suelos minerales poseen una densidad aparente que varía de 0.4 a  $2.0 \text{ gr/cm}^3$ . Gracias a esta propiedad se puede calcular los movimientos de humedad del suelo. Los suelos orgánicos tienen muy baja densidad aparente en comparación con los suelos minerales (HUERTA, 2010). Además, es indicador directo de la compactación y estructura del suelo (ZAVALETA, 1992).

#### **1.3.2.1.2.3. Humedad**

Es la cantidad de agua que es retenida por el suelo. Es un indicador de fertilidad y que no haya presencia de sales minerales excesivo (COBERTERA, 1993).

#### **1.3.2.2 Propiedades Químicas**

Las propiedades químicas del suelo estudian la composición, propiedades y reacciones químicas de los suelos. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) establece entre las propiedades químicas del suelo, las siguientes:

##### **1.3.2.2.1. Potencial de Hidrógeno (pH)**

Determina el grado de adsorción de iones ( $H^+$ ) por las partículas del suelo, determinando si es alcalino o ácido. Es un principal indicador de la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Influye en la movilidad, solubilidad y disponibilidad de contaminantes inorgánicos en el suelo. Para los cultivos agrícolas el valor del pH óptimo debe encontrarse en 6,5.

##### **1.3.2.2.2. Nitrógeno**

Elemento de gran importancia para la nutrición de las plantas. Se asimila por la planta en forma catiónica de amonio ( $NH_4$ ) o aniónica de nitrato ( $NO_3$ ). Se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza de forma inorgánica, lo cual no puede ser asimilada indirectamente.

##### **1.3.2.2.3. Materia Orgánica**

La vegetación fija el carbono de la atmosfera por medio de la fotosíntesis, la cual transporta a la materia viva y muerta de las plantas. Estos organismos del suelo

descomponen esta materia transformándola en Materia Orgánica del Suelo (MOS).

#### **1.3.2.2.4. Carbono Orgánico**

Mejora las propiedades físicas del suelo, aumenta la Capacidad de Intercambio Iónico, la retención de humedad y contribuye con la estabilidad de suelos arcillosos al ayudar a aglutinar las partículas para formar agregados.

#### **1.3.2.2.5. Nutrientes para Plantas**

Los nutrientes determinan el potencial para alimentar organismos vivos. Existen los macro y micro nutrientes, dependiendo del requerimiento para el desarrollo de la planta. Los macronutrientes se requieren en grandes cantidades, dentro de ellos incluyen: Carbono (C), Hidrógeno(H), Nitrógeno(N), Fosforo(P), Potasio(K), Calcio(Ca) , Magnesio(Mg), Boro (B) y Azufre(S).

#### **1.3.2.2.6. Capacidad de Intercambio Iónico (CIC)**

El nivel de CIC indica la habilidad de los suelos a retener cationes, disponibilidad y cantidad de nutrientes a la planta, su pH entre otras. Un suelo con bajo CIC indica baja habilidad de retener nutrientes, arenoso o pobre en materia orgánica. La unidad de medición del CIC es centimoles de carga por Kg de suelo o meq/100 mg del suelo.

#### **1.3.2.2.7. Conductividad Eléctrica (CE)**

Es la medida para estimar la concentración de sales. La concentración de iones en una solución, conduce la electricidad. Las mediciones se presentan en unidades del SI métricas de decisiemens por metro (dS/m).



#### 1.3.2.2.8. Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI)

Mide el nivel de  $Na^+$  adsorbido en el suelo en los lugares de intercambio catiónico. Se considera un suelo salino si el PSI se encuentra en el rango de 0-15%.

#### 1.3.3 Nivel de Salinidad

El nivel de salinidad del suelo hace referencia a la concentración de sales y ésta se mide a través de la conductividad eléctrica (CE), la medición se basa en la cantidad de corriente eléctrica que se transmite por una solución salina bajo condiciones estándar. La CE tiene como unidad dS/m equivalente a nmho/cm.

La conductividad eléctrica aumenta 2% (aproximadamente) por cada centígrado de temperatura; es directamente proporcional; por ello todos los valores se refieren a una temperatura de 25 °C. (GARCIA, 2002).

**Tabla 2.** *Clasificación de la Conductividad Eléctrica (CE)*

CLASE DE SUELO	CE (dS/m)	EFFECTO EN CULTIVO
No salino	<2	No significativo
Poco salino	2-4	Cultivos sensibles afectados
Moderadamente salino	4-8	La mayoría afectados
Altamente salino	8-16	Solo crecen cultivos tolerantes
Extremadamente salino	>16	Solo crecen cultivos muy tolerantes

Fuente. Adaptado de HAZELTON y MURPHY, 2007.

### **1.3.4 Efectos de la Salinidad sobre el suelo y plantas**

Existe mucha diversidad y variabilidad en el efecto que genera la salinidad en las plantas. Una clasificación general agrupa a las plantas en dos tipos: halófitas y no halófitas.

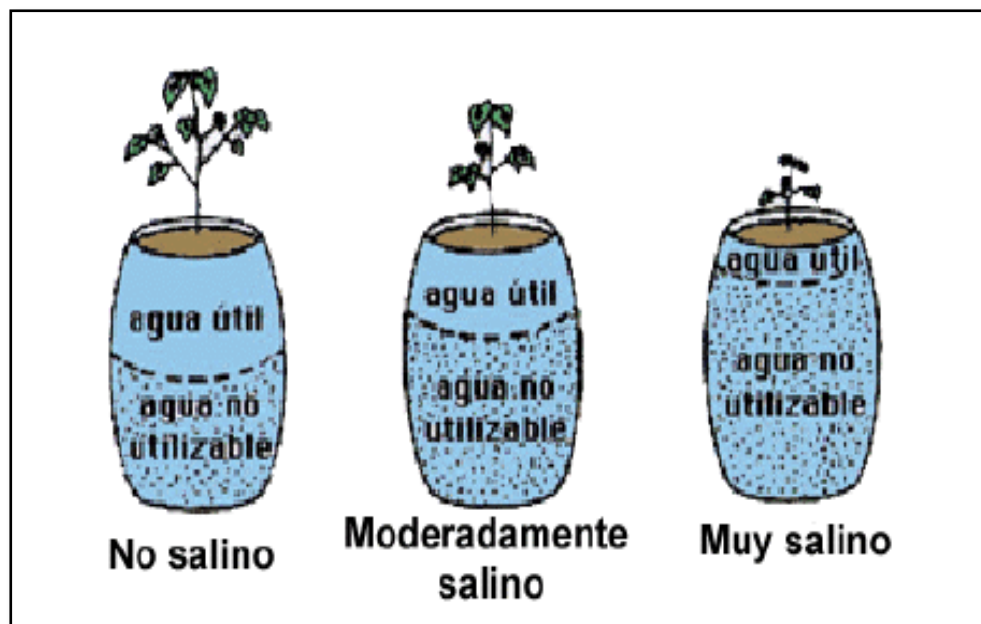
Las plantas halófitas tienen la capacidad de resistir a la salinidad, aunque su tolerancia depende del nivel de sales del suelo. El resto de especies de plantas, que son la mayoría de plantas cultivadas están consideradas como no halófitas. En la mayoría de áreas con suelos salinos se observa un desarrollo escaso con respecto a los suelos no salinos.

MARTINEZ y FRANCIA (1997) agrupa los efectos de la salinidad en tres aspectos diferentes, los cuales son: relaciones hídricas, balance de energía y nutrición.

#### **1.3.4.1 Relaciones hídricas**

MARTINEZ y FRANCIA (1997) determina que el primer efecto generado en suelos salinos es el estrés hídrico. La planta no puede extraer agua del suelo para su normal desarrollo debido a una alta concentración de sales. La piel de la raíz en condiciones normales absorbe agua del suelo y la traslada a toda la planta, sin embargo, en suelos salinos no ocurre así, sino ocurre el efecto contrario, la planta cede agua al suelo, efecto que se denomina plasmólisis.

TOLL (2014) hace referencia a la teoría de la sequedad fisiológica, la cual describe que, en suelos salinos, así haya gran cantidad de humedad, las plantas pueden sufrir estrés hídrico y morir.



Fuente. FAO (1973), citado por TOLL (2014).

**Figura 2.** *Agua útil en el suelo salino*

#### 1.3.4.2 Balance energético

ACEVES (1979) propuso la teoría de la división y crecimiento celular, esta teoría afirma que la disminución del crecimiento de la planta se debe a que las sales afectan la división celular produciendo un engrosamiento de las paredes celulares, lo cual limita el crecimiento de forma irreversible. (citado por TOLL, 2014).

#### 1.3.4.3 Nutrición

MARTINEZ y FRANCIA (1997) afirma que la variación de pH afecta la disponibilidad de nutrientes. Igualmente, la presencia de ciertos iones como son los cloruros, el sodio y el boro, producen toxicidad en la semilla, los tallos o las hojas.

### 1.3.5.Plantas Halófitas

Las halófitas pueden tolerar altos niveles de sales y/o sodio en el suelo o en el agua de riego; por lo que pueden sobrevivir en salinidad, seguías, climas tropicales y templados. Estas plantas se hallan en ecosistemas salinos de zonas costeras, desiertos y en todas las zonas climáticas desde los trópicos hasta la tundra. Además, cumplen un rol importante en la protección de ecosistemas debido a que proporcionan alimento y refugio a los animales; y tienen un enorme potencial en restauración de zonas afectadas por salinidad.

Las plantas sufren de cambios fisiológicos gracias a la salinidad del suelo afectando en su desarrollo. Sin embargo, existen plantas de la familia *quenopodiáceas*, las cuales se caracterizan por acumular sal en sus tejidos. Las especies tales como *Spartina*, *Limonium*, *Glaux*, *Armeria* tienen como función excretar la sal a través de sus hojas (BENITO Iñaki y ONAINDIA Miren (1991).

La eficiencia de las halófitas con la mayor producción de biomasa y capacidad para tolerar la sal son las más eficientes para recuperar un suelo salino. (KAUR et al., 2002)

A continuación, una lista de algunas especies halófitas muy tolerantes a la salinidad:

**Tabla 3.** *Halofitas muy tolerantes a la salinidad*

TIPO DE VEGETACION	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	NIVEL DE TOLERANCIA MÁXIMO DE SALES (CE- dS/m)
Árboles	Acacia, Sofora	Acacia amplicepsMaslin	>16
	Acacia de costa	Acacia cyclops A. Cunn. Ex G Don	> 16
	Casuarina, Roble australiano	Casuarina cunninghamianaMiq.	> 16
	Eucalipto, Yate de los pantanos	EucalyptusoccidentalisEndl.	15-25
	Algarrobo peruano, Algarroba, Huarango.	Prosopispallida (Will) H.B.K.	31.2
Palmeras	Palmito, Palma enana	Chamaeropshumilis L.	6-8
	Palmera datilera, Palmera real	Phoenix dactylifera L.	4
Arbustos	Alimo, Salado blanco, Salao	Atriplexhalimus L.	56
	Zampa crespá, Cachiyuyo, Zampilla	Atriplex undulada (Moq.)D. Dietr	25-50
	Mijo de canal, Millet de canal	Echinochloaturnerana (Domin) J.M. Black	15
	Salmuera	Salicornia virginica L.	44.5
Trepadoras	Buganvilla, Enredadora de papel	Bouganvilleaspp.	8
	Hiedra, yedra	HedraHelix L.	3-4
Cactáceas y Crasuláceas	Salicornia, Alacranera, Grama salada, Salicor	Salicornea europea L.	100
Herbáceas y Pastos	Acelga silvestre, Remolacha	Beta vulgaris L.	28
	Hinojo marino, Cenoyo de mar, Perejil de mar	Crithmummaritimum L.	56
	Sosa, Almajo, Almajo dulce	Suaeda vera Forsk. Ex J.F. Gmel.	56

Fuente. (GONZALES y MORAN, 2008)

### 1.3.6 Capacidad de absorción de sal en plantas halófitas

Las raíces son el principal órgano de la planta que absorbe agua y iones, en las cuales se sintetiza el Ácido Abscísico, señal temprana de estrés que produce cambios en la fisiología de la planta. (HARTUNG et al., 2002). Cabe resaltar que las raíces desempeñan un rol importante en el proceso de lavado de sales, más aún cuando son profundas ya que mejoran la estructura del perfil cultivado (TISDALL, 1991).

### 1.3.7 Beterraga (*Beta vulgaris* L.)

Su clasificación taxonómica es la siguiente:

**Tabla 4.** *Taxonomía de la Beterraga (*Beta vulgaris* L.)*

<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Magnoliopsida
<b>Orden</b>	Caryophyllales
<b>Familia</b>	Amaranthaceae, Chenopodiaceae
<b>Género</b>	Beta
<b>Especie</b>	Beta vulgaris L.

Fuente. HERBARIO UPNA, 2015.

Labeterraga, remolacha, betarraga o betabeles una planta originaria de la zona costera del norte en África. Se caracteriza por tener una raíz profunda, grande y carnosa. Pertenece a la familia de las *quenopodiáceas*. Estas son propias de zonas costeras o de terrenos salinos templados.

El diámetro de su raíz varía entre los 5 y 10 cm y llegar a pesar entre los 80 y 200 gr. Posee un color desde rosáceo a violáceo y anaranjado rojizo hasta el marrón. La pulpa particularmente es de color rojo oscuro y puede tener círculos

concéntricos de color blanco. Sus raíces acumulan gran cantidad de azúcares, es decir, es dulce.

La remolacha es un alimento de moderado contenido calórico. Tras el agua, las proteínas son el componente más abundante. Los hidratos de carbono presentes son en su totalidad de azúcares. Es buena fuente de fibra y de sus vitaminas se destaca los contenidos en vitamina C.

Según AREX Existen tipos de beterragas:

### **Plato de Egipto**

Variedad de buena precocidad, de raíz aplanada bastante lisa, con un color rojo intenso, carne dura y dulzona. Es una variedad precoz. El follaje es de color verde oscuro con tintes rojizos. Se usa para mercado en fresco y para industria.

### **Detroit**

Planta de vigor medio. Variedad de forma esférica, de color uniforme rojo oscuro, carne muy fina y dulce. El follaje es de un color verde rojizo. Maduración comercializable a los 60 días. . Es una de las variedades más cotizadas en todos los mercados. Se puede sembrar durante todo el año. Se usa tanto para industria como para el mercado en fresco.

### **Crosby**

Es menos aplastada que la anterior, pero más productiva. Es menos utilizada para conserva por presentar zonas blancas en su carne. Follaje de color verde bastante oscuro.

### **Cylindra**

Variedad semitardía. Follaje de color verde algo rojizo. Raíz cilíndrica más larga que ancha, de color rojo muy oscuro. Es muy resistente a la subida a flor. Muy utilizada por la industria, preparada en rodajas.

Otras variedades esféricas son RuogeGlobeLourette, Faro, Rubidus y Claudia. Todas ellas son de color rojo intenso y son veteado interno.

#### **1.3.8. Vermicompost:**

El vermicompost es un proceso donde se transforma la materia orgánica gracias a la acción de lombrices rojas californianas. Es uno de los fertilizantes naturales de más alto grado y más ricos en nutrientes del mundo. Brinda al suelo propiedades de acondicionamiento y fortalece a las plantas, estimulando su crecimiento y rendimiento.

#### **1.3.9. Cal agrícola**

La cal agrícola es una enmienda inorgánica que mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos así como influye en la disponibilidad de nutrientes para la planta y sobre todo, reduce la toxicidad de algunos elementos minerales.

La cal agrícola tiene como objetivo de aumentar la concentración del ión Ca y así reemplazar al ión Na. Al ser incorporadas, neutralizan suelos alcalinos y salinos, mejorando la estructura y la permeabilidad del suelo y la productividad de los cultivos.

### **1.4. Formulación del problema**

#### **1.4.1. Problema General**

¿Cuál es la eficiencia de la desalinización con *Beterraga* (*Beta vulgaris* L.) para mejorar la calidad del suelo como medida de adaptación al cambio climático, Cañete?



#### **1.4.2. Problemas Específicos**

¿Cuánto es la capacidad de absorción de sal del suelo en la beterraga(*Beta vulgaris L.*) asociada al vermicompost y cal agrícola para el mejoramiento de la calidad del suelo como medida de adaptación al cambio climático?

¿Cuáles son los niveles de sal en el suelo posterior al proceso de desalinización con beterraga (*Beta vulgaris L.*) asociada al vermicompost (20% p/p) y cal agrícola para el mejoramiento de la calidad del suelo como medida de adaptación al cambio climático?

¿Cuáles son las propiedades fisicoquímicas y biológicas adaptado para cultivos posterior a la desalinización con beterraga(*Beta vulgaris L.*) asociada al vermicompost (20% p/p) y cal agrícola para el mejoramiento de la calidad del suelo como medida de adaptación al cambio climático?

#### **1.5. Justificación del estudio**

La acumulación de sales es perjudicial para el suelo puesto que reduce los nutrientes en él, de tal forma las plantas no pueden absorberlos trayendo consigo problemas en su desarrollo vegetal, es más, si el nivel de salinidad del suelo es alto, aumentará el marchitamiento de las plantas. Por otro lado, la salinización afecta enormemente al metabolismo de los organismos vivos y la estructura del suelo; disminuyendo su calidad.

La presente tesis sirve para disminuir las cantidades de sales y aumentar los nutrientes del suelo de Cañete a través de la Beterraga, planta halófila, lo cual permite mejorar la calidad del suelo siendo una medida de adaptación al cambio climático ya que se encuentra intensificándose año tras año. Además, con ello se

va a mitigar la desertificación, proceso que incrementa las emisiones de Carbono por la ausencia de cobertura vegetal.

Los agricultores resultarán beneficiosos porque ya no contarán con parcelas improductivas ni limitadas a ciertas plantaciones, es decir, se tendrá mayor área apto para la agricultura y crecerá toda variedad de cultivos; de manera que su nivel económico aumentará por la alta demanda de alimentos que genera la población debido al crecimiento demográfico poblacional. Por último y no menos importante, el medioambiente es el principal beneficiario visto que, las plantaciones de Beterraga secuestran dióxido de carbono y se está previniendo que las emisiones de carbono sean liberadas a la atmósfera.

Las plantas halófilas resolverán una gran problemática mundial, la desalinización de suelos costeros en Cañete siendo conveniente ya que esta provincia abastece con cultivos agrícolas a la capital del Perú. Asimismo, da solución a la problemática de los agricultores, siendo la técnica propuesta práctica y económica pudiendo ejecutarla ellos mismos en sus parcelas.

Esta investigación, busca también implementar esta técnica en los demás valles costeros del Perú que tienen problemas con la desalinización ya que hasta la fecha se ha hallado tesis referente a este tema de investigación mas no a la técnica empleada. Cabe resaltar que se puede agregar una variable porque la planta halófila no solo nos ayuda a desalinizar el suelo sino a secuestrar el carbono.

## **1.6. Hipótesis**

### **1.6.1 Hipótesis General**

La desalinización con Beterraga (*Beta vulgaris L.*) asociada al vermicompost y cal agrícola es eficiente para el mejoramiento de la calidad del suelo, Cañete, 2017.

### **1.6.2 Hipótesis Específicas**

La desalinización con Beterraga (*Beta vulgaris L.*) asociada al vermicompost (20% p/p) y cal agrícola absorbe sal del suelo para el mejoramiento de la calidad del suelo.

El nivel de salinidad se reducirá con el cultivo de la Beterraga (*Beta vulgaris L.*) asociada al vermicompost (20% p/p) y cal agrícola en la desalinización para el mejoramiento de la calidad del suelo.

Las propiedades fisicoquímicas de los suelos posterior a la desalinización con Beterraga(*Beta vulgaris L.*) asociada al vermicompost (20% p/p) y cal agrícola presentan mejores condiciones para el mejoramiento de la calidad del suelo.

### **1.7. Objetivos**

#### **1.7.1. Objetivo General**

Determinar la eficiencia de la desalinización con Beterraga(*Beta vulgaris L.*) asociada al vermicompost y cal agrícola para el mejoramiento de la calidad del suelo, Cañete, 2017.

#### **1.7.2. Objetivos Específicos**

Determinar la capacidad de absorción de sal del suelo en la desalinización con Beterraga(*Beta vulgaris L.*) asociada al vermicompost(20% p/p) y cal agrícola para el mejoramiento de la calidad del suelo.

Determinar el nivel de salinidad, antes y después de la desalinización con Beterraga(*Beta vulgaris L.*) asociada al vermicompost (20% p/p) y cal agrícola para el mejoramiento de la calidad del suelo.

Determinar las propiedades Fisicoquímicas posterior a la desalinización con Beterraga(*Beta vulgaris L.*) asociada al vermicompost (20% p/p) y cal agrícola para el mejoramiento de la calidad del suelo.

## **II. MÉTODO**

### **2.1 Diseño de Investigación**

La estrategia que se utiliza para obtener información de útil importancia para la investigación, es el diseño. Lo cual se conforma por actividades y procedimientos; producto de una investigación profunda por ende mientras más especificaciones se tenga, la calidad de los resultados será mayor. (HERNANDEZ, FERNANDEZ, BAPTISTA, 2006).

El diseño de la presente investigación es experimental debido a que existe manipulación intencional de la variable independiente: eficiencia de desalinización con beterraga con la finalidad de observar sus consecuencias y/o efectos sobre la variable dependiente: mejoramiento de la calidad de suelo de Cañete.

#### **2.1.1. Lugar de Estudio**

El área de estudio es de Casa Blanca, en el distrito de Cerro Azul, el cual se ubica en la provincia de Cañete, departamento de Lima, Perú; un lugar donde se centrará el estudio de esta investigación, se encuentra ubicado frente al Centro Poblado Urbano de Casa Blanca. En el lugar de ejecución se ha realizado obras de drenaje, gracias a esto, se pudo recuperar el 60% aproximadamente del área de terreno, pero solo es útil para el cultivo de maíz y algodón; el suelo restante se encuentra considerado por Oscar Felipe Quiroz Huapaya, propietario de la parcela, como “suelo muy salitroso” donde no crece ningún tipo de cultivo tal y como se observa en la Figura. 3.





Fuente. Elaboración propia.

**Figura 3.** Mapa de ubicación de estudio.

### 2.1.2. Diseño experimental

El diseño de pretest-post test con grupo control (dentro de diseños bivalentes) define aquel diseño en el cual se realiza un pre test al grupo control y experimental, ambos grupos deben ser lo más homogéneos posibles, posterior a ello se les aplicará el tratamiento solo al grupo experimental y cuando éste culmine se procede a realizar el post test a ambos grupos para observar las diferencias halladas entre sí (SERRANO et al., s.f)

Para la desalinización con Beterraga del suelo de Cañete se evaluaron tres tratamientos: Vermicompost, Cal agrícola y la combinación de ambos (grupo experimental); además del suelo testigo (grupo control) que solo consta del cultivo de la especie halófito. Para la aplicación del vermicompost se utiliza la dosis a 20% (p/p) y la de 70 gr para la cal agrícola. Se tiene 3 repeticiones para cada tratamiento y suelo testigo, dándose un total de 12 macetas empleadas para este experimento. Ver Tabla N°2. Se realizó una medición pretest al suelo salino, y al culminar el experimento se ejecutará la prueba post test, determinando como influyó la variable independiente en la dependiente en el grupo control y experimental.

### 2.1.3. Estructura del Experimento

**Tabla 5.** *Esquema de tratamientos.*

	Número
Tratamiento	3
Testigo	1
Repeticiones	3
Unidades Experimentales ((T+1)*R)	12

Fuente. Elaboración propia.

**Tabla 6.** Descripción de las Unidades Experimentales

Tratamiento	Repetición	Cal Agrícola		Vermicompost		Identificación
		✓ / -	Proporción	✓ / -	Proporción	
<i>TG</i>	<i>R</i> <sub>1</sub>	-	-	-	-	<i>TGR</i> <sub>1</sub>
<i>TG</i>	<i>R</i> <sub>2</sub>	-	-	-	-	<i>TGR</i> <sub>2</sub>
<i>TG</i>	<i>R</i> <sub>3</sub>	-	-	-	-	<i>TGR</i> <sub>3</sub>
<i>T</i> <sub>1</sub>	<i>R</i> <sub>1</sub>	-	-	✓	20 %	<i>T</i> <sub>1</sub> <i>R</i> <sub>1</sub>
<i>T</i> <sub>1</sub>	<i>R</i> <sub>2</sub>	-	-	✓	20 %	<i>T</i> <sub>1</sub> <i>R</i> <sub>2</sub>
<i>T</i> <sub>1</sub>	<i>R</i> <sub>3</sub>	-	-	✓	20 %	<i>T</i> <sub>1</sub> <i>R</i> <sub>3</sub>
<i>T</i> <sub>2</sub>	<i>R</i> <sub>1</sub>	✓	70 gr	-	-	<i>T</i> <sub>2</sub> <i>R</i> <sub>1</sub>
<i>T</i> <sub>2</sub>	<i>R</i> <sub>2</sub>	✓	70 gr	-	-	<i>T</i> <sub>2</sub> <i>R</i> <sub>2</sub>
<i>T</i> <sub>2</sub>	<i>R</i> <sub>3</sub>	✓	70 gr	-	-	<i>T</i> <sub>2</sub> <i>R</i> <sub>3</sub>
<i>T</i> <sub>3</sub>	<i>R</i> <sub>1</sub>	✓	70 gr	✓	20 %	<i>T</i> <sub>3</sub> <i>R</i> <sub>1</sub>
<i>T</i> <sub>3</sub>	<i>R</i> <sub>2</sub>	✓	70 gr	✓	20 %	<i>T</i> <sub>3</sub> <i>R</i> <sub>2</sub>
<i>T</i> <sub>3</sub>	<i>R</i> <sub>3</sub>	✓	70 gr	✓	20 %	<i>T</i> <sub>3</sub> <i>R</i> <sub>3</sub>

Fuente. Elaboración propia.





Fuente. Elaboración propia.

**Figura 4.** *Unidades Experimentales.*

## 2.2. Variables, Operacionalización

**Tabla 7.** Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
<b>INDEPENDIENTE:</b>  <b>EFICIENCIA DE DESALINIZACION CON BETERRAGA ASOCIADA AL VERMICOMPOST Y CAL AGRICOLA</b>	La recuperación de suelos salinos es esencialmente el proceso donde la solución del suelo con alta concentración de sales es reemplazada por otra menos salina (KEREN, 2007)	Con el muestreo de plantas se analizará la sal que absorbe la beterraga cuando estas alcancen el nivel máximo de absorción de sal del suelo.	Capacidad de absorción de sal	Cantidad de sales en la beterraga asociada al vermicompost	Porcentaje (%)  $\left( \frac{\text{Cantidad de sal en Beterraga}_{T_1, T_2} - \text{Cantidad de sal en Beterraga}_{T_0}}{\text{Cantidad de sal del suelo}} dS / m \right) * 100$
				Cantidad de sales en la beterraga asociada a la cal agrícola	
				Cantidad de sales en la beterraga asociada al vermicompost y cal agrícola	

<p><b>DEPENDIENTE:</b></p> <p><b>MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL SUELO</b></p>	<p>La calidad del suelo se considera como una medida de su capacidad para funcionar adecuadamente en relación con un uso específico. Sin embargo, le adjudicaron a este concepto un vínculo más ecológico, al definirlo como su capacidad para aceptar, almacenar y reciclar agua, minerales y energía para la producción de cultivos, y a la vez preservar un ambiente sano (GARCIA, RAMIREZ y SANCHEZ, 2012).</p>	<p>En los muestreos de suelo se analiza el nivel de salinidad, las propiedades fisicoquímicas antes y después de la desalinización del suelo con la finalidad de evaluar la calidad de suelo.</p>	<p>Nivel de salinidad</p>	<p>Nivel de salinidad antes de la desalinización</p>	<p>DeciSiemens por metro (dS/m)</p>
				<p>Nivel de salinidad después de la desalinización</p>	
			<p>Propiedades fisicoquímicas</p>	<p>Textura</p>	<p>% Arcilla</p>
					<p>% Limo</p>
					<p>% Arena</p>
				<p>Densidad Aparente</p>	<p>gr/cm3</p>
				<p>Materia orgánica</p>	<p>Porcentaje (%)</p>
				<p>Humedad</p>	<p>Porcentaje (%)</p>
				<p>pH</p>	<p>0-14</p>
				<p>N</p>	<p>Porcentaje (%)</p>
				<p>P</p>	<p>ppm</p>

				K	ppm
				C	Porcentaje (%)
				Capacidad de Intercambio Cationico (CIC)	meq/100gr
				Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI)	Porcentaje (%)

## 2.3. Población y muestra

### 2.3.1. Población

La población es el área total de suelo salino costero ubicado en el distrito de Cerro Azul, según ESCURRA (2001) cuenta con 1 028.4 ha con problemas de salinidad.

### 2.3.2. Muestra

La población muestral es el área de la parcela, la cual tiene un área de  $1930m^2$ .

### 2.3.3. Unidad de Análisis

La unidad de análisis es el suelo salino de la parcela ubicada en el distrito de Cerro Azul, siendo la muestra de 13 kg.

### 2.3.4. Forma de Muestreo de suelo

El primer muestreo se realiza antes del cultivo de beterragas para determinar el nivel de salinidad, las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo antes del cultivo. El primer muestreo tiene como coordenadas WGS-84:

Fuente. Elaboración propia

PUNTO DE MUESTREO	COORDENADAS WGS-84	
	ESTE	NORTE
S1	342254	8558453

**Tabla 8.** *Coordenadas del Primer Punto de Muestreo de suelo*

Para la obtención de la muestra se aplicó el método de rejillas siguiendo el protocolo establecido en la Guía para el Muestreo de Suelos del Ministerio del Ambiente (MINAM).

Los 12 muestreos restantes serán recolectados de las 12 macetas instaladas.

### 2.3.5. Forma de Muestreo de la planta

Los muestreos de plantas se realizarán una vez que la planta alcance el nivel máximo de absorción de sal del suelo, es decir, cuando se sequen por sí solas. Como se realizaran 4 siembras en cada maceta, teniéndose 48 muestras de plantas. A estas se les medirá la conductividad eléctrica.

#### **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

La técnica de la observación es sistematizada y empleada para el registro visual, siendo los instrumentos las fichas de recolección de datos. Esta técnica es para entender de una manera más objetiva la realidad de tal manera que se pueda describir, analizar y explicar desde una visión científica. (CAMPOS y LULE, 2012).

Fuente. Elaboración propia.

<b>ETAPA</b>	<b>TECNICAS</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>	<b>RESULTADOS</b>
Estudio inicial del suelo de Cañete	Observación de Laboratorio	Ficha de recolección de datos	Determinación de los parámetros fisicoquímicos del suelo.
	Observación de campo		Determinación de los organismos del suelo.
Elaboración de almácigos de Beterraga	Observación de campo	Ficha de recolección de datos	Registro del número de días de permanencia de Beterragas en almácigos
Cultivo de Beterraga	Observación de campo	Ficha de recolección de datos	Registro del número de días de sobrevivencia de Beterraga por cosecha y tratamiento.
Medición de conductividad	Observación de	Ficha de recolección de	Determinación de la conductividad eléctrica de

eléctrica en Beterraga	Laboratorio	datos	Beterraga por cosecha y tratamiento.
Estudio final del suelo de Cañete	Observación de Laboratorio	Ficha de recolección de datos	Determinación de los parámetros fisicoquímicos del suelo después de la siembra de Beterraga asociada al vermicompost 20% p/p y cal agrícola 70gr
	Observación de campo		Determinación de los organismos del suelo después de la siembra de Beterraga asociada al vermicompost 20% p/p y cal agrícola 70gr
Análisis de resultados recolectados	Análisis Estadístico	Programa estadístico SPSS 22.0 y Excel	Resultados de análisis estadístico

**Tabla 9.** *Técnicas e Instrumentos del estudio*

#### 2.4.2. Validez

Los instrumentos a emplear, mencionados en la Tabla 9., han sido validados por criterio de expertos, ingenieros colegiados. Tal y como se observa en la Tabla 10., la proporción promedio hallada con la Prueba Binomial es de 0.002 siendo menor que 0.05 lo cual indica que los instrumentos de medición son válidos.

**Tabla 10.** *Prueba Binomial de la validez de instrumentos*

		Categoría	N	Prop. observada	Prop. de prueba	Significación exacta (bilateral)
JUEZ1	Grupo 1	95	10	1.00	.50	.002
	Total		10	1.00		
JUEZ2	Grupo 1	95	10	1.00	.50	.002
	Total		10	1.00		
JUEZ3	Grupo 1	95	10	1.00	.50	.002
	Total		10	1.00		
JUEZ4	Grupo 1	90	10	1.00	.50	.002
	Total		10	1.00		
JUEZ5	Grupo 1	90	10	1.00	.50	.002
	Total		10	1.00		

Fuente. Elaboración propia

#### 2.4.2. Confiabilidad

Altamente confiables son los instrumentos utilizados en esta investigación según la prueba estadística Alfa de Cronbach:

**Tabla 11.** *Estadística de Fiabilidad.*

Alfa de Cronbach	N de elementos
1.000	10

Fuente. Elaboración propia.



**Tabla 12.** *Resumen de procesamiento de casos*

		N	%
Casos	Válido	5	100.0
	Excluido <sup>a</sup>	0	.0
	Total	5	100.0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Fuente. Elaboración propia.

## **2.5. Métodos de análisis de datos**

Para el procesamiento de información se trabajará con programas tales como: Microsoft Excel 2015, SPSS 22.0 para el análisis estadístico

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Capacidad de absorción de sal del suelo en la Beterraga (*Beta vulgaris L.*)

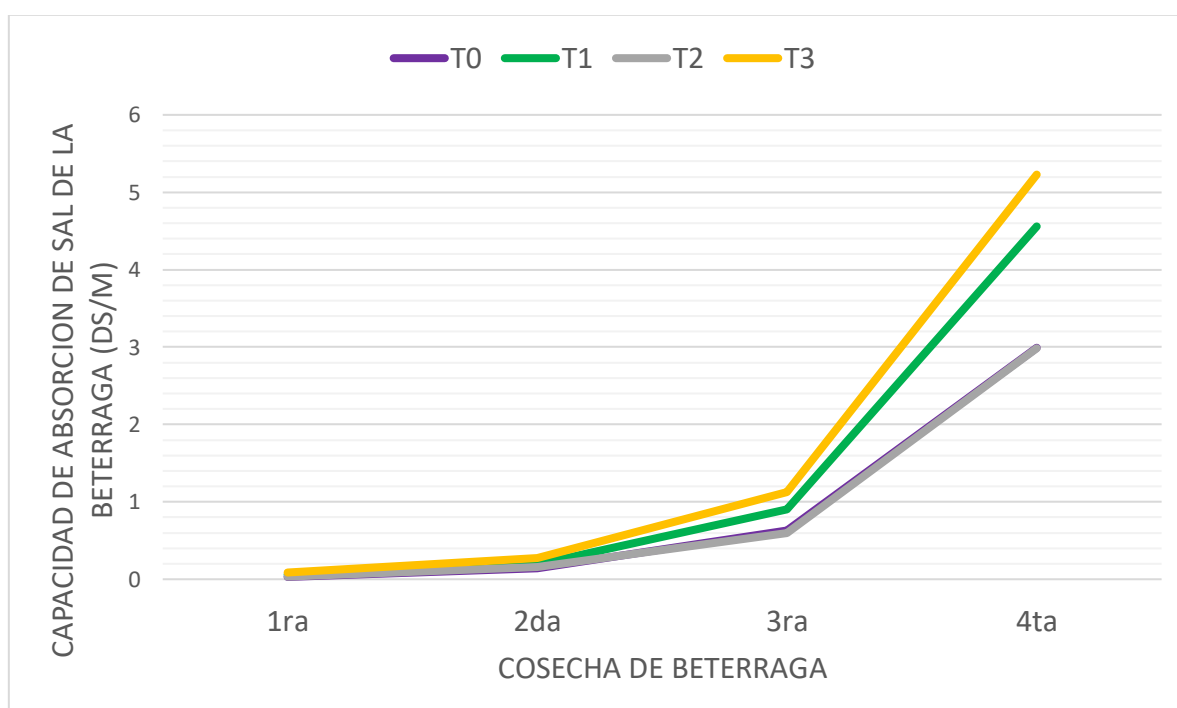
La beterraga fue sembrada 4 veces en el mismo suelo, al momento de las respectivas cosechas de las plantas se tomaron los análisis de éstas a fin de determinar la cantidad de sales absorbidas. Como se muestra a continuación:

**Tabla 13.** *Capacidad de absorción de la sal del suelo por la Beterraga*

TRATAMIENTO	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE SAL DE LA BETERRAGA/COSECHA (dS/m)			
	1ra	2da	3ra	4ta
TGR1	0.040	0.046	0.86	3.0623
TGR2	0.020	0.025	0.645	2.9878
TGR3	0.030	0.358	0.383	2.924
<b>PROMEDIO</b>	<b>0.030</b>	<b>0.143</b>	<b>0.629</b>	<b>2.991</b>
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>	<b>0.010</b>	<b>0.186</b>	<b>0.239</b>	<b>0.069</b>
T1R1	0.050	0.160	0.59	4.9214
T1R2	0.060	0.166	1.624	3.8911
T1R3	0.070	0.260	0.49	4.8632
<b>PROMEDIO</b>	<b>0.060</b>	<b>0.195</b>	<b>0.901</b>	<b>4.559</b>
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>	<b>0.008</b>	<b>0.046</b>	<b>0.513</b>	<b>0.473</b>
T2R1	0.045	0.055	0.74	2.9222
T2R2	0.030	0.15	0.6	2.9882
T2R3	0.028	0.262	0.44	3.0432
<b>PROMEDIO</b>	<b>0.034</b>	<b>0.156</b>	<b>0.593</b>	<b>2.985</b>
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>	<b>0.009</b>	<b>0.104</b>	<b>0.150</b>	<b>0.061</b>
T3R1	0.076	0.379	1.295	4.9714
T3R2	0.098	0.112	0.65	5.8811
T3R3	0.088	0.33	1.432	4.8332
<b>PROMEDIO</b>	<b>0.087</b>	<b>0.274</b>	<b>1.126</b>	<b>5.229</b>
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>	<b>0.011</b>	<b>0.142</b>	<b>0.418</b>	<b>0.569</b>

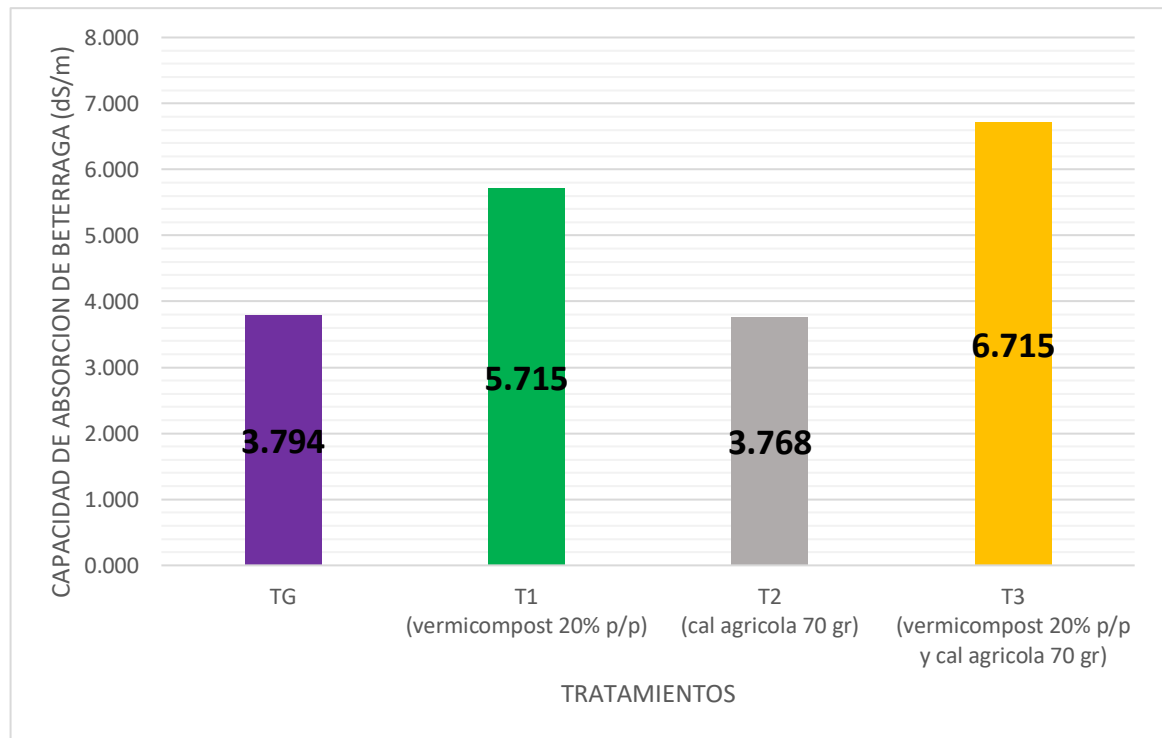
Fuente. Elaboración propia.

En la Tabla 13. se observa que, en la primera cosecha, la Beterraga en el Tratamiento Testigo absorbió 0.030 dS/m, seguido del Tratamiento N°2 con 0.034 dS/m, el Tratamiento N°1 con 0.060 dS/m y el que más absorbió fue el Tratamiento N°3 con 0.087 dS/m. En la segunda cosecha, el Testigo absorbió 0.143 dS/m, el Tratamiento N°1 con 0.195 dS/m, el Tratamiento N°2 con 0.156 dS/m y el Tratamiento N°3 con 0.274; este último es el que absorbió más al estar asociado con vermicompost (20% p/p) y cal agrícola (70 gr). En la tercera cosecha, el Tratamiento Testigo absorbe 0.629 dS/m, el Tratamiento N°1 con 0.901 dS/m, el Tratamiento N°2 con 0.593 dS/m y el Tratamiento N°3 con 1.126 dS/m, esta última es la que absorbe más sal. En la cuarta cosecha se tiene que el Tratamiento Testigo absorbe 2.991 dS/m, el Tratamiento N°1 4.559 dS/m, el Tratamiento N°2 con 2.985 dS/m y el Tratamiento N°3 con 5.229 dS/m, éste último tratamiento asociado al vermicompost (20% p/p) y cal agrícola (70 gr) absorbe mayor sal. De la Tabla 13 y Figura 8. se puede observar que el Tratamiento N°3 en las 4 cosechas absorbe más sal del suelo, su mayor capacidad se refleja en la cuarta cosecha al absorber 5.229 dS/m.



Fuente. Elaboración propia.

**Figura 5.** Capacidad de absorción de sal del suelo en Beterraga por cosecha y tratamiento



Fuente. Elaboración propia.

**Figura 6.** Capacidad de Absorción de sal del suelo en Beterraga por tratamiento

Se observa en la Figura 9., que la Beterraga en el Tratamiento N°3 (vermicompost 20% p/p y cal agrícola 70 gr) absorbe la mayor cantidad de sal del suelo (6.715 dS/m), seguido del Tratamiento N°1 (vermicompost 20% p/p) que absorbe 5.715 dS/m, luego se encuentra el Tratamiento Testigo con 3.794 dS/m y el que menos absorbe es la Beterraga en el Tratamiento N°2 con 3.768 dS/m.

Para comprobar la hipótesis específica 1, la  $H_0$ : La beterraga (*Beta vulgaris* L.) asociada al vermicompost y cal agrícola, no absorbe sal del suelo para el mejoramiento de la calidad del suelo como medida de adaptación al cambio climático, Cañete, 2017; se hizo la prueba de normalidad Shapiro-Wilk por cosecha y por los 4 tratamientos (Tabla 14.)

**Tabla 14.** *Prueba de Normalidad, Shapiro-Wilk*

CAPACIDAD DE ABSORCION	TRATAMIENTO	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
COSECHA 1	TG	1.000	3	1.000
	T1	1.000	3	1.000
	T2	.837	3	.206
	T3	.997	3	.900
COSECHA 2	TG	.797	3	.108
	T1	.795	3	.102
	T2	.998	3	.910
	T3	.882	3	.331
COSECHA 3	TG	.997	3	.891
	T1	.816	3	.152
	T2	.999	3	.927
	T3	.877	3	.315
COSECHA 4	TG	.998	3	.915
	T1	.792	3	.096
	T2	.997	3	.900
	T3	.847	3	.232

En la Tabla 14., la prueba de normalidad nos indica que las distribuciones de los datos por cosecha en cada uno de los tratamientos tienen distribución normal ( $p>0.05$ ).

Se hizo el análisis de comparación de medias entre tratamientos por Tukey y se obtuvo los siguientes resultados (Tabla 15.).

**Tabla 15. Comparación de medias entre tratamientos**

				Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
Variable dependiente	(I) Tratamiento	(J) Tratamiento					Límite inferior	Límite superior
Capacidad Absorción Cosecha 1	HSD	T0	T1	-.0300000 <sup>*</sup>	.0082428	.027	-.056396	-.003604
			T2	-.0043333	.0082428	.950	-.030730	.022063
			T3	-.0573333 <sup>*</sup>	.0082428	.001	-.083730	-.030937
	Tukey	T1	T0	.0300000 <sup>*</sup>	.0082428	.027	.003604	.056396
			T2	.0256667	.0082428	.057	-.000730	.052063
			T3	-.0273333 <sup>*</sup>	.0082428	.043	-.053730	-.000937
		T2	T0	.0043333	.0082428	.950	-.022063	.030730
			T1	-.0256667	.0082428	.057	-.052063	.000730
			T3	-.0530000 <sup>*</sup>	.0082428	.001	-.079396	-.026604
		T3	T0	.0573333 <sup>*</sup>	.0082428	.001	.030937	.083730
			T1	.0273333 <sup>*</sup>	.0082428	.043	.000937	.053730
			T2	.0530000 <sup>*</sup>	.0082428	.001	.026604	.079396
Capacidad Absorción Cosecha 2	HSD	T0	T1	-.0523333	.1071315	.959	-.395406	.290740
			T2	-.0126667	.1071315	.999	-.355740	.330406
			T3	-.1306667	.1071315	.633	-.473740	.212406
	Tukey	T1	T0	.0523333	.1071315	.959	-.290740	.395406
			T2	.0396667	.1071315	.981	-.303406	.382740
			T3	-.0783333	.1071315	.882	-.421406	.264740
		T2	T0	.0126667	.1071315	.999	-.330406	.355740
			T1	-.0396667	.1071315	.981	-.382740	.303406
			T3	-.1180000	.1071315	.699	-.461073	.225073
		T3	T0	.1306667	.1071315	.633	-.212406	.473740
			T1	.0783333	.1071315	.882	-.264740	.421406
			T2	.1180000	.1071315	.699	-.225073	.461073
Capacidad Absorción Cosecha 3	HSD	T0	T1	-.2720000	.3286770	.840	-	.780539
			T2	.0360000	.3286770	.999	1.324539	-
			T3	-.4963333	.3286770	.475	1.016539	1.088539
	Tukey	T1	T0	.2720000	.3286770	.840	-	.556206
			T2	.3080000	.3286770	.787	1.548873	-
			T3				1.324539	1.360539

				T3	-.2243333	.3286770	.901	-	.828206
								1.276873	
				T2 T0	-.0360000	.3286770	.999	-	1.016539
								1.088539	
				T1	-.3080000	.3286770	.787	-	.744539
								1.360539	
				T3	-.5323333	.3286770	.420	-	.520206
								1.584873	
				T3 T0	.4963333	.3286770	.475	-.556206	1.548873
				T1	.2243333	.3286770	.901	-.828206	1.276873
				T2	.5323333	.3286770	.420	-.520206	1.584873
Capacidad	HSD	T0	T1		-1.5672000*	.3335583	.007	-	-4.99029
Absorción	Tukey							2.635371	
Cosecha 4			T2		.0068333	.3335583	1.000	-	1.075004
								1.061338	
			T3		-2.2372000*	.3335583	.001	-	-
								3.305371	1.169029
		T1	T0		1.5672000*	.3335583	.007	.499029	2.635371
			T2		1.5740333*	.3335583	.007	.505862	2.642204
			T3		-.67000020	.3335583	.261	-	.398171
								1.738171	
		T2	T0		-.0068333	.3335583	1.000	-	1.061338
								1.075004	
			T1		-1.5740333*	.3335583	.007	-	-.505862
								2.642204	
			T3		-2.2440333*	.3335583	.001	-	-
								3.312204	1.175862
		T3	T0		2.2372000*	.3335583	.001	1.169029	3.305371
			T1		.6700000	.3335583	.261	-.398171	1.738171
			T2		2.2440333*	.3335583	.001	1.175862	3.312204

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

En la Tabla 15. En la primera cosecha se indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre el Tratamiento Testigo con el Tratamiento N°1 (0.027) y N°3 (0.01) en la primera cosecha de la Beterraga, siendo el Tratamiento N°3 con mayor significancia. El Tratamiento N°1 presenta diferencia significativa con el Tratamiento Testigo (0.027) y con el Tratamiento N°3 (0.043) de tal manera que existe mayor significancia con el Tratamiento Testigo. El Tratamiento N°2

solopresenta una gran diferencia significativa debido a que el valor de significancia es de 0.001. El Tratamiento N°3 presenta diferencias con todos los Tratamientos: Testigo, N°1 y N°2 ya que se tiene los valores de significancia de 0.001, 0.043 y 0.001 respectivamente; observándose la mayor variación en el Tratamiento Testigo y Tratamiento N°2. En lo que se refiere a la segunda tercera cosecha;  $p > 0.05$ , es decir, no se muestra varianzas significativas entre los 4 tratamientos. Mientras que, en la última cosecha,  $p < 0.05$  indicándose varianzas significativas en el Tratamiento Testigo con el Tratamiento N°1 (0.007) y N°3 (0.001); siendo éste último el que presenta la mayor variación. Por otro lado, en el Tratamiento N°1 se observa que posee la misma variación entre el Tratamiento Testigo y N°2 (0.007). El tratamiento N°2 tiene varianza significativa con el Tratamiento N°1(0.07) y Tratamiento N°3 (0.001). Por último, el Tratamiento N°3 tiene el mismo valor de significancia (0.001) con el Tratamiento Testigo y N°2.



### 3.2 Nivel de salinidad del suelo, antes y después de sembrar Beterraga (*Beta vulgaris* L.)

Después de sembrar la Beterraga y cosechada esta, en 4 oportunidades, se tomaron muestras de suelo para determinar su salinidad, como se muestra en la siguiente tabla.

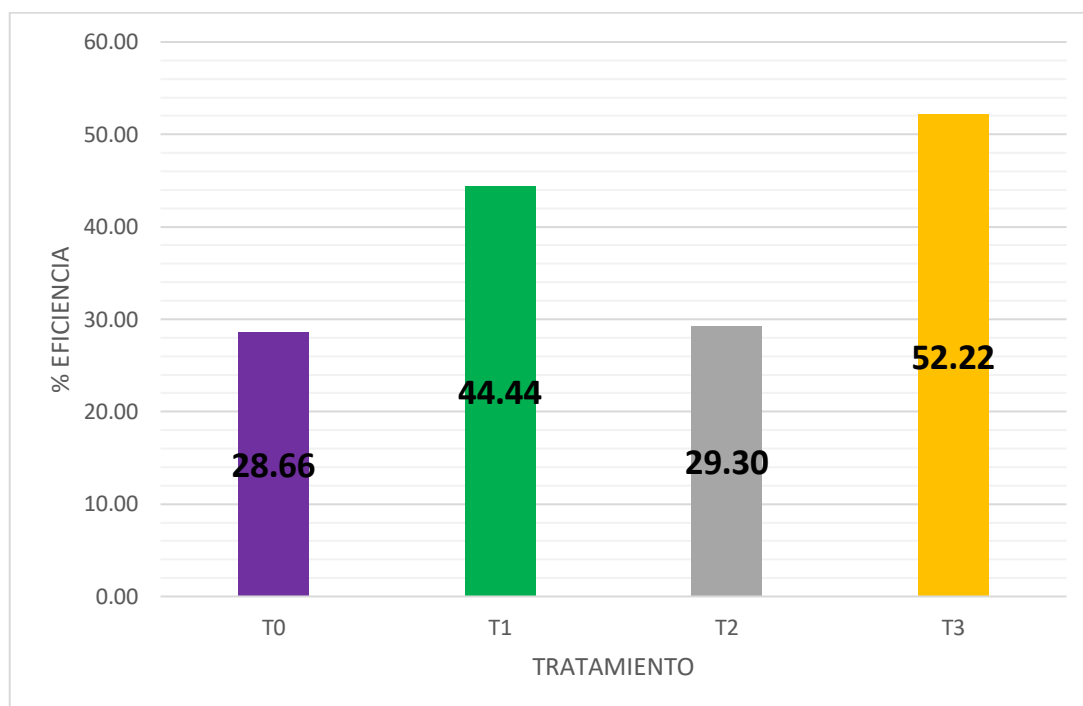
**Tabla 16.** Nivel de salinidad antes y después de la desalinización en los 4 tratamientos.

	CE inicial	CE final	CE reducida	% EFICIENCIA
TGR1	12.86	9.1777	3.6823	28.63
TGR2	12.86	9.1822	3.6778	28.59
TGR3	12.86	9.1650	3.6950	28.73
<b>PROMEDIO</b>	<b>12.8600</b>	<b>9.1750</b>	<b>3.6850</b>	<b>28.66</b>
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>	<b>0.0000</b>	<b>0.0089</b>	<b>0.0089</b>	<b>0.0694</b>
T1R1	12.86	7.1386	5.7214	44.48
T1R2	12.86	7.1189	5.7411	44.64
T1R3	12.86	7.1768	5.6832	44.19
<b>PROMEDIO</b>	<b>12.86</b>	<b>7.1448</b>	<b>5.7152</b>	<b>44.44</b>
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>	<b>0</b>	<b>0.0294</b>	<b>0.0294</b>	<b>0.2289</b>
T2R1	12.86	9.0978	3.7622	29.25
T2R2	12.86	9.0918	3.7682	29.30
T2R3	12.86	9.0868	3.7732	29.34
<b>PROMEDIO</b>	<b>12.86</b>	<b>9.0921</b>	<b>3.7679</b>	<b>29.30</b>
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>	<b>0</b>	<b>0.0055</b>	<b>0.0055</b>	<b>0.0428</b>
T3R1	12.86	6.1386	6.7214	52.27
T3R2	12.86	6.1189	6.7411	52.42
T3R3	12.86	6.1768	6.6832	51.97
<b>PROMEDIO</b>	<b>12.86</b>	<b>6.1448</b>	<b>6.7152</b>	<b>52.22</b>
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>	<b>0</b>	<b>0.0294</b>	<b>0.0294</b>	<b>0.2289</b>

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 17. se observa que el nivel de salinidad antes de la siembra de Beterraga es de 12,86 dS/m; y posterior a las 4 cosechas de Beterraga presenta resultados distintos por cada tratamiento empleado; el nivel de sal en el suelo

correspondiente al Tratamiento Testigo es de 9.1750 dS/m, siendo el que tiene mayor nivel sal; seguido del Tratamiento N°2 con 9.0921 dS/m; luego del Tratamiento N°1 con 7.1448 dS/m y el Tratamiento N°3 presenta menor nivel de salinidad a comparación de los demás tratamientos ejecutados, obteniendo un nivel de sal de 6.1448 dS/m.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 7.** Eficiencia del nivel de desalinización de suelo después de las 4 cosechas de Betarraga

En la Figura 10. Se indica que en el Tratamiento N°3 compuesto por vermicompost al 20% p/p y cal agrícola 70 gr, es más eficiente ya que presenta un porcentaje de 52.22; seguido del Tratamiento N° 1 con vermicompost 20% p/p que tiene 44.44 %; luego el Tratamiento N°2 con cal agrícola obtuvo 29.30% de eficiencia y el Tratamiento Testigo es el que menor eficiencia presenta, logrando reducir la sal del suelo en un 28.66%.

Para el análisis de la Hipótesis específica 2:  $H_0$ = El nivel de salinidad en el suelo no se reducirá al sembrar beterraga asociada a vermicompost(20% p/p) y cal

agrícola para ello se realizó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk en los 4 tratamientos.

**Tabla 17.** *Prueba de Normalidad, Shapiro-Wilk*

	TRATAMIENTO	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Nivel sal	T0	.930	3	.487
	T1	.967	3	.652
	T2	.997	3	.900
	T3	.967	3	.652

La prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk demuestra que todos los datos del nivel de salinidad después de la siembra de Beterragas, son normales  $p > 0.05$ .

El análisis de comparación de medias entre tratamientos es realizado por Tukey obteniéndose los siguientes resultados (Tabla 18.)

**Tabla 18. Comparación de medias entre tratamientos**

**Comparaciones múltiples**

Variable dependiente: CE

			Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
	(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO				Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	T0	T1	2.0302000*	.0175269	.000	1.974073	2.086327
		T2	.0828333*	.0175269	.006	.026706	.138960
		T3	3.0302000*	.0175269	.000	2.974073	3.086327
	T1	T0	-2.0302000*	.0175269	.000	-2.086327	-1.974073
		T2	-1.9473667*	.0175269	.000	-2.003494	-1.891240
		T3	1.0000000*	.0175269	.000	.943873	1.056127
	T2	T0	-.0828333*	.0175269	.006	-.138960	-.026706
		T1	1.9473667*	.0175269	.000	1.891240	2.003494
		T3	2.9473667*	.0175269	.000	2.891240	3.003494
	T3	T0	-3.0302000*	.0175269	.000	-3.086327	-2.974073
		T1	-1.0000000*	.0175269	.000	-1.056127	-.943873
		T2	-2.9473667*	.0175269	.000	-3.003494	-2.891240

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

En la Tabla 18. Indica que absolutamente todos los niveles de sal después de la siembra de Beterragas presentan una significancia entre sus medias. El Tratamiento Testigo con el Tratamiento N°1 y N°3 presentan mayor significancia (0.00); mientras que con el Tratamiento N°2 (0.006), El Tratamiento N°1 presenta diferencias muy significativas  $p < 0.05$  con las medias de los demás tratamientos. En el Tratamiento N°2, tiene mayor significancia entre los Tratamientos N°1 y N°3; y con el Tratamiento Testigo existe una diferencia levemente mayor: 0.006. Finalmente, el Tratamiento N°3 presenta diferencias muy elevadas con el Tratamiento Testigo, N°1 y N°2, siendo el nivel de significancia de 0.000.

### 3.3. Propiedades físicas y químicas del suelo

Al término de haberse realizado la cuarta cosecha de Beterraga, se procedió a analizar las propiedades fisicoquímicas de las muestras de suelo recolectadas de las unidades experimentales Tabla 19.y Tabla 20.

#### 3.3.1 Propiedades físicas

Las propiedades físicas analizada es la textura, Densidad aparente (Da) y la Humedad.

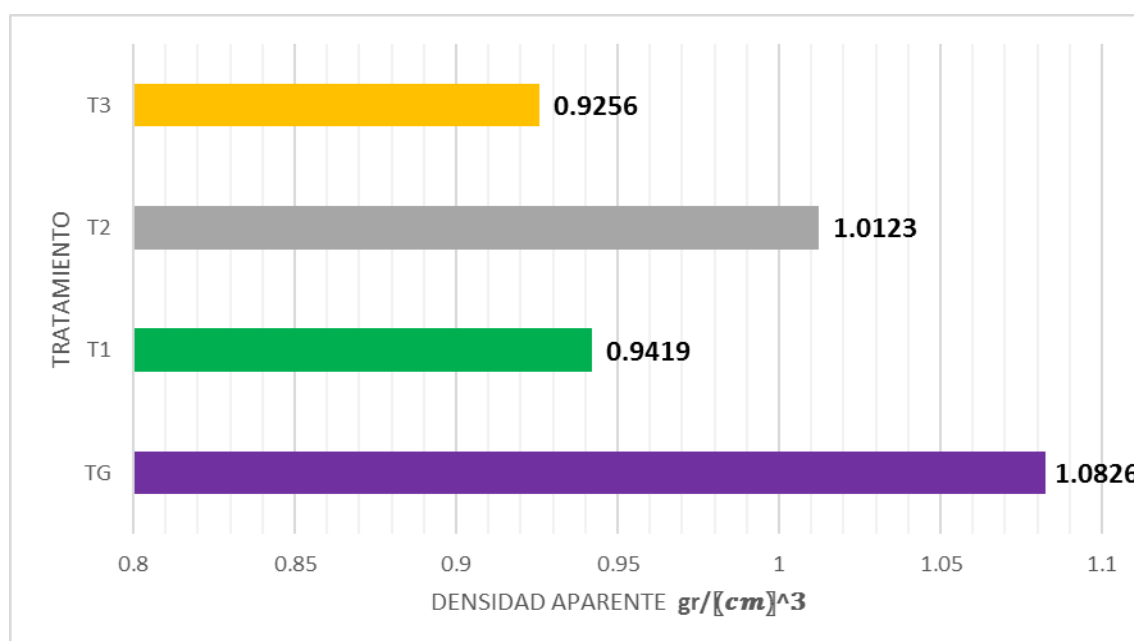
**Tabla 19.** *Propiedades físicas del suelo por tratamiento*

	<b>Textura</b>	<b>Da</b>	<b>Humedad</b>
TGR1	Franco Arenoso	1.0826	10.10
TGR2	Franco Arenoso	1.0826	10.10
TGR3	Franco Arenoso	1.0826	10.10
<b>PROMEDIO</b>	<b>Franco Arenoso</b>	<b>1.0826</b>	<b>10.1000</b>
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>		<b>0.0000</b>	<b>0.0000</b>
T1R1	Franco Arcilloso Arenoso	0.9419	12.16
T1R2	Franco Arcilloso Arenoso	0.9419	12.16
T1R3	Franco Arcilloso Arenoso	0.9419	12.16
<b>PROMEDIO</b>	<b>Franco Arcilloso Arenoso</b>	<b>0.9419</b>	<b>12.1600</b>
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>		<b>0.0000</b>	<b>0.0000</b>
T2R1	Franco Arenoso	0.9622	11.10
T2R2	Franco Arenoso	0.9622	11.10
T2R3	Franco Arenoso	0.9622	11.10
<b>PROMEDIO</b>	<b>Franco Arenoso</b>	<b>0.9622</b>	<b>11.10</b>
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>		<b>0.0000</b>	<b>0.0000</b>
T3R1	Franco Arcilloso Arenoso	0.9256	15.50
T3R2	Franco Arcilloso Arenoso	0.9256	15.50
T3R3	Franco Arcilloso Arenoso	0.9256	15.50
<b>PROMEDIO</b>	<b>Franco Arcilloso Arenoso</b>	<b>0.9256</b>	<b>15.5000</b>
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>		<b>0.0000</b>	<b>0.0000</b>

Fuente. Elaboración propia.

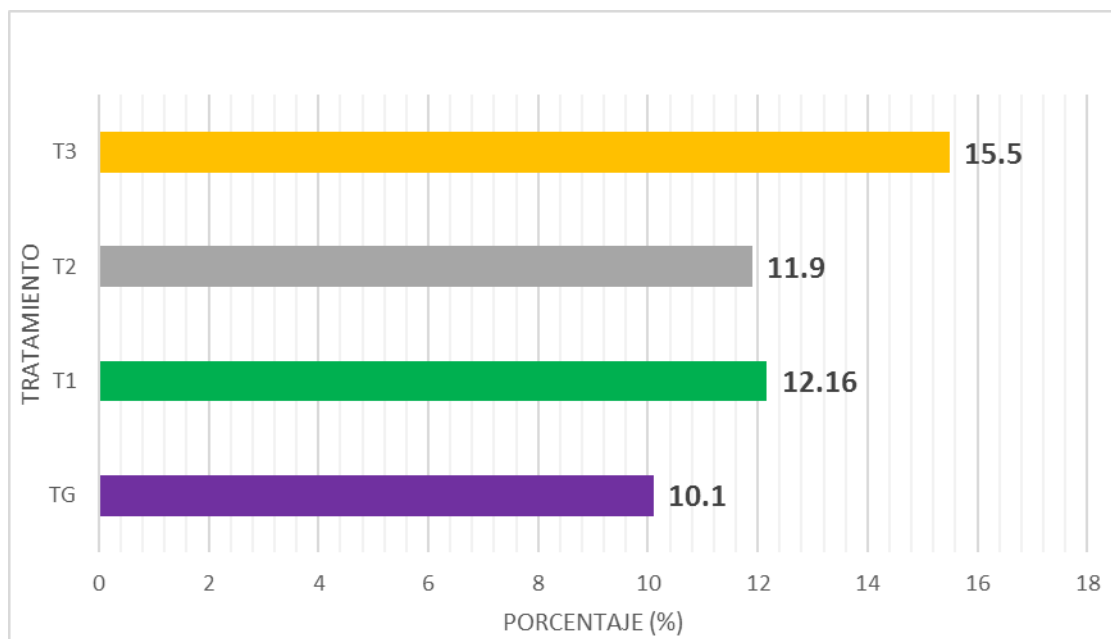
En la Tabla19. Se puede observar que el Tratamiento Testigo y Tratamiento N°2 posee una estructura Franco Arenosa; mientras que los Tratamientos N°1 y 3,

franco arcilloso arenoso. El tratamiento que tiene la mayor densidad aparente es el Testigo (1.0826  $\text{gr/cm}^3$ ), seguido del Tratamiento N°2 (0.9622  $\text{gr/cm}^3$ ), el Tratamiento N° 1 (0.9419  $\text{gr/cm}^3$ ) y el Tratamiento N°3 es el que posee menor densidad aparente (0.9256  $\text{gr/cm}^3$ ) (Figura 10.). En lo que respecta al parámetro físico, humedad, el Tratamiento N°3 tiene el mayor porcentaje de humedad siendo esta de 15.5%, el Tratamiento N°1 de 12.16%, el Tratamiento N°2 de 11.10% y el Tratamiento Testigo presenta el menor porcentaje de humedad entre los 4 tratamientos, siendo de 10.1% (Figura 11.)



Fuente. Elaboración propia.

**Figura 8.** Densidad Aparente por Tratamiento



Fuente. Elaboración propia.

**Figura 9.** *Humedad por Tratamiento*

### 3.3.2 Propiedades químicas

**Tabla 20.** *Propiedades químicas del suelo por tratamiento.*

		<b>pH</b>	<b>M.O.</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>C</b>	<b>CIC</b>	<b>PSI</b>
TGR1	Inicial	8.1	0.63	0.12	1	1824	0.98	18.08	14.24
	Final	8.08	3.00	0.4300	6.4100	1287.0000	4.3632	12.5500	9.0942
TGR2	Inicial	8.1	0.63	0.12	1	1824	0.98	18.08	14.24
	Final	8.08	3.00	0.4400	6.4200	1287.0000	4.3701	12.6400	9.3630
TGR3	Inicial	8.1	0.63	0.12	1	1824	0.98	18.08	14.24
	Final	8.09	4.00	0.4300	6.4100	1286.0000	4.3632	12.4100	9.2612
<b>PROMEDIO</b>	<b>Inicial</b>	<b>8.1</b>	<b>0.63</b>	<b>0.12</b>	<b>1</b>	<b>1824</b>	<b>0.98</b>	<b>18.08</b>	<b>14.24</b>
	<b>Final</b>	<b>8.08</b>	<b>3.33</b>	<b>0.43</b>	<b>6.41</b>	<b>1286.67</b>	<b>4.37</b>	<b>12.53</b>	<b>9.24</b>
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>	<b>Inicial</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
	<b>Final</b>	<b>0.01</b>	<b>0.58</b>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>	<b>0.58</b>	<b>0.00</b>	<b>0.12</b>	<b>0.14</b>
T1R1	Inicial	8.1	0.63	0.12	1	1824	0.98	18.08	14.24
	Final	8.04	7.00	0.4279	8.1300	1007.0000	4.3416	10.3087	8.2470
T1R2	Inicial	8.1	0.63	0.12	1	1824	0.98	18.08	14.24
	Final	8.04	7.00	0.4280	8.1400	1006.0000	4.3387	9.9542	8.0276
T1R3	Inicial	8.1	0.63	0.12	1	1824	0.98	18.08	14.24
	Final	8.06	6.00	0.4279	8.1600	1009.0000	4.3416	9.6009	7.6198
<b>PROMEDIO</b>	<b>Inicial</b>	<b>8.1</b>	<b>0.63</b>	<b>0.12</b>	<b>1</b>	<b>1824</b>	<b>0.98</b>	<b>18.08</b>	<b>14.24</b>
	<b>Final</b>	<b>8.05</b>	<b>6.67</b>	<b>0.43</b>	<b>8.14</b>	<b>1007.33</b>	<b>4.34</b>	<b>9.95</b>	<b>7.96</b>
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>	<b>Inicial</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
	<b>Final</b>	<b>0.03</b>	<b>3.33</b>	<b>0.23</b>	<b>3.91</b>	<b>447.31</b>	<b>2.38</b>	<b>4.46</b>	<b>3.44</b>
T2R1	Inicial	8.1	0.63	0.12	1	1824	0.98	18.08	14.24
	Final	8.07	3.00	0.4297	6.5400	1253.0000	4.3653	10.3851	8.7270



T2R2	Inicial	8.1	0.63	0.12	1	1824	0.98	18.08	14.24
	Final	8.08	3.00	0.4295	6.5300	1252.0000	4.3578	11.0773	9.3875
T2R3	Inicial	8.1	0.63	0.12	1	1824	0.98	18.08	14.24
	Final	8.07	4.00	0.4295	6.5300	1252.0000	4.3578	9.5177	8.4227
<b>PROMEDIO</b>	<b>Inicial</b>	<b>8.1</b>	<b>0.63</b>	<b>0.12</b>	<b>1</b>	<b>1824</b>	<b>0.98</b>	<b>18.08</b>	<b>14.24</b>
	<b>Final</b>	<b>8.07</b>	<b>3.33</b>	<b>0.43</b>	<b>6.53</b>	<b>1252.33</b>	<b>4.36</b>	<b>10.33</b>	<b>8.85</b>
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>	<b>Inicial</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
	<b>Final</b>	<b>0.01</b>	<b>0.58</b>	<b>0.00</b>	<b>0.01</b>	<b>0.58</b>	<b>0.00</b>	<b>0.78</b>	<b>0.49</b>
T3R1	Inicial	8.1	0.63	0.12	1	1824	0.98	18.08	14.24
	Final	8.00	7.20	0.4257	9.0300	862.0000	4.3200	8.7523	8.4974
T3R2	Inicial	8.1	0.63	0.12	1	1824	0.98	18.08	14.24
	Final	8.02	7.00	0.4256	9.0500	861.0000	4.3019	9.0425	10.0472
T3R3	Inicial	8.1	0.63	0.12	1	1824	0.98	18.08	14.24
	Final	8.02	7.10	0.4257	9.0500	866.0000	4.3200	9.9691	9.4048
<b>PROMEDIO</b>	<b>Inicial</b>	<b>8.1</b>	<b>0.63</b>	<b>0.12</b>	<b>1</b>	<b>1824</b>	<b>0.98</b>	<b>18.08</b>	<b>14.24</b>
	<b>Final</b>	<b>8.01</b>	<b>7.10</b>	<b>0.43</b>	<b>9.04</b>	<b>863.00</b>	<b>4.31</b>	<b>9.25</b>	<b>9.32</b>
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>	<b>Inicial</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
	<b>Final</b>	<b>0.0115</b>	<b>0.1000</b>	<b>0.0001</b>	<b>0.0115</b>	<b>2.6458</b>	<b>0.0105</b>	<b>0.6355</b>	<b>0.7787</b>

Fuente. Elaboración propia.

En la Tabla 20. Se indica que el Potencial de Hidrógeno (pH) menor se registra en el Tratamiento N°3 (8.01), y el mayor valor en el Tratamiento Testigo (8.08); En el Tratamiento N°1 presenta un pH de 8.05 mientras que el Tratamiento N°2 8.07. En lo que respecta al parámetro de Materia Orgánica (M.O.), el Tratamiento Testigo tiene 3.33%; el Tratamiento N°1, 6.67%; el Tratamiento N°2, 3.33%; y por último en el Tratamiento N°3, 7.10%. En el Tratamiento N°3 se registra 0.4257% de nitrógeno, seguido del Tratamiento N°1 cuyo porcentaje es de 0.4279%, el Tratamiento N°2 tiene 0.4295% y por último el que presenta mayor valor de porcentaje es el Tratamiento Testigo con 0.4333%. El siguiente parámetro evaluado, es el Fósforo (P) encontrándose en el Tratamiento Testigo 6.41 ppm, en el Tratamiento N°1, 8.14; en el Tratamiento N°2, 6.53 ppm y por último en el Tratamiento N°4, 0.94 ppm. El Potasio (K) presenta mayor concentración en el Tratamiento Testigo con 1286.67 ppm; mientras que la menor concentración se registró en el Tratamiento N°3 con 863 ppm. El Carbono (C), en el Tratamiento Testigo presenta 4.37%, en el Tratamiento N° 1 tiene 4.34%; en el Tratamiento N°2 la concentración es de 4.36%; y en el Tratamiento N°4 de 4.31%. El penúltimo parámetro medido es la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) encontrándose en menor concentración en el Tratamiento N°3 con 9.25 meq/100gr y la mayor concentración en el Tratamiento Testigo con 12.53 meq/100gr. El Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI) se encuentra presente en el Tratamiento Testigo con 9.24%, en el Tratamiento N°1 con 7.96%; en el Tratamiento N°2 con 10.33% y en el Tratamiento N°3 con 9.32%.

Para el análisis de la Hipótesis específica 3:  $H_0$ = Las propiedades físicas y químicas del suelo no presentan mejores condiciones al sembrar Beterraga asociada a vermicompost y cal agrícola, se realizó la prueba de Normalidad, según la siguiente Tabla 21.

**Tabla 21.** *Prueba de Normalidad, ShapiroWilk*

	TRATAMIENTO	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
PH	T0	.750	3	.000
	T1	.750	3	.000
	T2	.750	3	.000
	T3	.750	3	.000
MO	T0	.750	3	.000
	T1	.750	3	.000
	T2	.750	3	.000
	T3	1.000	3	1.000
N	T0	.750	3	.000
	T1	.750	3	.000
	T2	.750	3	.000
	T3	.750	3	.000
P	T0	.750	3	.000
	T1	.964	3	.637
	T2	.750	3	.000
	T3	.750	3	.000
K	T0	.750	3	.000
	T1	.964	3	.637
	T2	.750	3	.000
	T3	.893	3	.363
C	T0	.750	3	.000
	T1	.750	3	.000
	T2	.750	3	.000
	T3	.750	3	.000
CIC	T0	.984	3	.762
	T1	1.000	3	.999
	T2	.996	3	.876
	T3	.916	3	.440
PSI	T0	.981	3	.734
	T1	.971	3	.672
	T2	.957	3	.599
	T3	.990	3	.812

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 21. Se indica que los datos recolectados del Potencial de Hidrógeno, Nitrógeno y Carbono en cada tratamiento no siguen una distribución normal, tampoco los del Tratamiento Testigo, N°1 y N°2 del parámetro Materia Orgánica (M.O.). En lo que respecta al Fósforo (P) y Potasio (K), Los Tratamientos Testigo, N°2 y N°3 no tienen distribuciones normales. Sin embargo, esto no refleja que no haya una fiabilidad en los datos recolectados, sino que, al tener valores diferenciados por decimales en cada tratamiento, el sistema lo proyecta como si hubiera duplicidad de datos, es decir, lo familiariza como si se tuviese sólo una repetición en vez de tres repeticiones. Por otro lado, los datos referentes a los de Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI) sí tienen una distribución normal porque la significancia es mayor a 0.05; por tal motivo no se ha aplicado una prueba estadística porque se tiene datos no normales y normales.

#### IV. DISCUSION

Según GONZALES y MORAN (2008), la beterraga es un cultivo halófito que tolera la salinidad del suelo hasta 28 dS/m; sin embargo, en la Tabla 16. se puede verificar que el suelo antes de la siembra de Beterraga tenía una conductividad eléctrica. de 12.86 dS/m, y que en la primera siembra de labeterraga en suelo testigo solo absorbió 0.030 dS/m (Ver Tabla 13.); siendo el tiempo de sobrevivencia de 7 días (Anexo 3), otórgandole un acondicionamiento mejor al suelo con vermicompost (Tratamiento N°1) la beterraga absorbe 0.060 dS/m, y con la cal agrícola 0.034 dS/m, empero si se combina estas dos enmiendas: orgánica e inorgánica, la beterraga absorbe 0.087 dS/m logrando sobrevivir 8 días; es decir, la Beterraga tolera la salinidad del suelo hasta 12.86 dS/m, con un periodo de sobrevivencia máximo de 8 días agregando enmiendas.

El grupo de investigación de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, afirmó que la Beterraga (sin mejoras d acondicionamiento al suelo) en su primera cosecha desaliniza el suelo en un 15%, en la segunda el 45%, en la tercera 80% y por último en la cuarta siembra al 94%; en el suelo salino de Cañete, la Beterraga desalinizó en su primera cosecha 0.23%, en la segunda 1.34%, en la tercera 6.29% y en la última cosecha 30.88%; cabe resaltar que el grupo de investigación no indicaron el nivel de salinidad que tenía el suelo antes de la siembra de Beterraga; empero en esta investigación si se indica el nivel de salinidad antes y después de la siembra de Beterraga.

Los autores PEREZ, PIZA Y SALAMANCA determinaron que la beterraga tolera la salinidad del suelo con un 4,23 dS/m, indicando que a los 120 días se realizó la primera cosecha; agregando a ello se puede indicar que a un suelo con 12 dS/m, la beterragalogró sobrevivir más que 21 días (Anexo 3). No se logra determinar el número exacto debido a que en la cuarta cosecha se tuvo que recolectar las plántulas de Beterraga para su posterior análisis de conductividad eléctrica.

El nivel de salinidad del suelo posterior a la cuarta siembra llegó a disminuir en un 28.70% en el suelo testigo, lo cual no concuerda con lo afirmado en el Plan

Económico Social de Lambayeque (2013), que la beterraga después de la cuarta siembra tuvo que haber desalinizado en un 94% el suelo. En el tratamiento N° 3, la desalinización fue de 52.26%, gracias a la beterraga asociada al vermicompost y cal agrícola.

HERNANDEZ (2011), en su tesis doctoral, determinó que gracias a la aplicación del vermicompost en 1.5% p/p redució la salinidad a un 60% en un año teniendo el suelo como conductividad eléctrica inicial de 12.46 dS/m, sin embargo gracias a la beterraga y vermicompost al 20%p/p en 31 días se ha logrado desalinizar en un 44.44%. Cabe resaltar que solo con el cultivo de beterraga se logra desalinizar 28.66% en 31 días. Y si le proporcionamos la cal agrícola, 29.30%, la desalinización es aún mayor cuando se le añade cal agrícola, vermicompost 20% p/p al cultivo de la beterraga ya que la eficiencia es de 52.22%.

MOGOLLON, MARTINES y TORRES (2015) desalinizaron el suelo con vermicompost al 10% p/p, obteniéndose una eficiencia de 38.21% en 28 días; mientras que con el cultivo de beterraga y adición de vermicompost al suelo, se logra una eficiencia de 52.22%; en 31 días.

Las propiedades fisicoquímicas del suelo han mejorado gracias a los 3 tratamientos y Testigo; al reducir solo conductividad eléctrica en el suelo, se está proporcionando al suelo una mejor textura, aumento de la materia orgánica, mayor cantidad de nutrientes, se está reduciendo el nivel del potencial de hidrógeno, lo cual concuerda con la autora HERNANDEZ (2011) que afirma que las propiedades fisicoquímicas mejoran con la desalinización de suelos.

#### **IV. CONCLUSION**

El sueño de Cañete se logró desalinizar en 52.22% mejorando la calidad del suelo como medida de adaptación al cambio climático. La eficiencia de la desalinización con beterraga es mayor cuando se le adiciona vermicompost al 20% p/p y cal agrícola 70 gr debido a que se le está proporcionando un mejor acondicionamiento para que la beterraga pueda desarrollarse aún mejor y absorber mayor sal del suelo. Hay que tener en cuenta que la adición de cal agrícola al suelo logra mayor eficiencia que el Tratamiento Testigo, sin embargo, es minoritaria la diferencia; es decir la adición de cal agrícola tiene mayor eficiencia cuando se combina con el vermicompost.

Efectivamente la beterraga es un cultivo tolerante a la salinidad del suelo, empero no tolera concentraciones mayores a 12.86 dS/m. Visto que la primera cosecha sobrevivió apenas 7 días; y agregándole vermicompost al 20% p/p y cal agrícola 70 gr, se logró que su tiempo de vida sea de 8 días; por otro lado, cuando el nivel de sal del suelo es de 12 dS/m (aproximadamente) la beterraga logra sobrevivir un período mayor a los 21 días.

La enmienda orgánica: vermicompost, mejora las propiedades físicas y químicas del suelo, mientras que la cal agrícola favorece enormemente a la disminución de concentración del Sodio (Na) evitando de tal forma que conviertan en suelos salinos-sódicos.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Emplear semillas certificadas, en el cual se indique el porcentaje de germinación; así mismo usar tierra especial para almácigos que aceleran el proceso de germinación; para la preparación de los almácigos realizados se compró absolutamente todo en el Centro de Ventas de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Transplantar las beterragas, de almácigos a maceas, cuando el tallo se encuentre grueso para que pueda adaptarse con mayor facilidad al suelo salino, de esta manera, la beterraga pueda tener un período de sobrevivencia aún mayor.

Regar los almácigos con mucha cautela y evitar el uso de regaderas ya que estas causan que las plántulas se vayan inclinando. En lo referente al riego de las macetas, se opta por emplear el riego por goteo, el cual permite riegos de alta frecuencia consiguiendo altos niveles de humedad, evitando la concentración de sales en las raíces.

Colocar las macetas en un lugar donde no se encuentren expuestos al sol directamente, dado que, por cada centígrado de temperatura, aumenta aproximadamente 2dS/m niveles de Conductividad Eléctrica.

Adicionar cal agrícola solo en el orificio donde será trasplantada la beterraga; con la finalidad de brindarle un mejor acondicionamiento a la planta y adaptarse con mayor facilidad.



## VII. REFERENCIAS

AJHUACHO, E.; y S, TANAKA (2003). Recuperación y disminución de la salinidad del suelo. Artículos de Investigación, Centro Tecnológico Agropecuario en Bolivia.

ALCARAZ Ariza, Francisco. Salinidad y vegetación [en línea]. España: Creative Commons, 2012. [fecha de consulta 01 Octubre 2016]. Disponible en: <http://www.um.es/docencia/geobotanica/ficheros/tema18.pdf>

AYYAPPAN, D, BALAKRISHNAN, V, y RAVINDRAN, K. Potentiality of *Suaeda monoica* Forsk. A salt Marsh Halophyte on Restoration of Saline Agriculture Soil. *World Applied Sciences Journal* [en línea]. 2013, vol. 28 no. 12. [fecha de consulta: 06 Octubre 2016].  
Disponible en: [http://idosi.org/wasj/wasj28\(12\)13/23.pdf](http://idosi.org/wasj/wasj28(12)13/23.pdf)  
ISSN: 1818-4952

BENITO, Iñaki y ONAINDIA, Miren. Estudio de la distribución de las plantas halófilas y su relación con los factores ambientales en la marisma de Mundaka. Urdaibai. Implicaciones en la gestión del medio natural [en línea]. Editorial Euskolkaskintza, 1991 [fecha de consulta 15 Octubre 2016].  
Disponible en:  
<http://www.euskomedia.org/PDFAnlt/naturzale/08/08009116.pdf>

CALDERON Carlos (2015). Estudio del efecto de inoculación de bacterias en un suelo extremadamente salino.

CAMPOS, Guillermo y LULE, Nallely. La observación, un método para el estudio de la realidad. *Xihmai*, VII (13): 45-60, enero-junio 2012.  
ISSN: 4870\_6703

COBERTERA, E. (1993). Edafología aplicada (p.326). Madrid: Ediciones Cátedra S.A.

CONGRESO Iberoamericano de Riego y Drenaje (4º: 2015:Lima, Peru).  
Sistemas de Drenaje en el Valle Chancay-Lambayeque. Lima, Peru:  
Iberoamericano de Riego y Drenaje, 2015.

<https://www.ifad.org/documents/10180/b1e70851-a15d-41f6-9a0b-e6874e2c57a6>

ESCURRA Aguirre, Jorge. Evaluacion de la rehabilitación de los suelos degradados por empantamiento y salinidad del valle de Cañete. Tesis (Bachiller en Ingenieria Agrícola). Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de IngenieriaAgricola, 2001.

FASSBENDER, Hans. Química de Suelos con énfasis en suelos de América Latina.1. ed. Turrialba : IICA, 1975. 385 p.

FAO. Propiedades Químicas. [fecha de consulta: 25 de noviembre 2016].  
Disponible en:  
<http://www.fao.org/soils-portal/levantamiento-de-suelos/propiedades-del-suelo/propiedades-quimicas/es/>

FAO. The state of the world's land and water resources for food and agriculture.[fechade consulta 25 de mayo 2017).

GARCIA O., Álvaro. Manejo de suelos con acumulación de sales. En: Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo (8º:2002: Manabi, Ecuador).

GONZALES Olivares, Edith y MORAN Diaz, Ethel. Propuesta de restauración de suelos degradados por sales mediante el uso de vegetación. Tesis (Bachiller en Ingenieria Ambiental). Lima, Peru: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2008.

Halophytic companion plants improve growth and physiological parameters of tomato plants grown under salinity porSema Karakas [et al.]. *Pakistan Journal of Botany*[en línea]. Marzo 2015, vol. 48 no. 1. [fecha de consulta: 01 octubre 2016].

Disponible en: [http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/48\(1\)/03.pdf](http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/48(1)/03.pdf)

HARTUNG, Wolfram, SAUTER, Angela y HOSE, Eleonore. Abscísic acid in the xylem: where does it come from, where does it go to?. *Journal of Experimental Botany* [en línea] Setiembre 2001, vol 53. [fecha de consulta 28 octubre de 2016].

Disponible en: <http://jxb.oxfordjournals.org/content/53/366/27.abstract?sid=9a3089ba-deea-4ab0-ac98-d002627525ee>

ISSN: 1460-2431

HAZELTON Pam y MURPHY B. (2007). *Interpreting Soil Test Results: What do all the numbers mean?* Sydney: Csiro Publishing. 2ª ed. 151 pp.

HERBARIO. (2015). Universidad Pública de Navarra.

Disponible en: <http://www.unavarra.es/herbario/>

HERNANDEZ Araujo, Jacqueline. *Biorecuperación de suelos salinos con el uso de materiales orgánicos*. Tesis (Doctoral en Agronomía). Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, 2011.

HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA Pilar. *Metodología de la investigación*. México D.F: McGraw Hill, 2006. 882 p.

ISBN: 970-10-5753-8

HUERTA Cantera, Hilda. *Determinación de propiedades físicas y químicas de suelos con mercurio en la región de San Joaquín Qro., y su relación con el crecimiento bacteriano*. Tesis (Licenciado en Biología). Querétaro, México:

Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ciencias Naturales, 2010, 61 p.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). IV Censo Nacional Agropecuario. 2012. [fecha de consulta: 04 de setiembre 2016]

KAUR, B., GUPTA, S., SINGH, G. Bioamelioration of a sodic soil by silvopastoral systems in northwestern India. *Agrofor Systems* [en línea] Abril 2001, vol 54. [fecha de consulta 11 noviembre 2016].

Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/225913658\\_Bioamelioration\\_of\\_a\\_Sodic\\_Soil\\_by\\_Silvopastoral\\_Systems\\_in\\_Northwestern\\_India](https://www.researchgate.net/publication/225913658_Bioamelioration_of_a_Sodic_Soil_by_Silvopastoral_Systems_in_Northwestern_India)

MACCAULEY, Ann y JONES, Clain. Basic Soil Properties, *Soil & Water* [en línea]. Enero 2005, 4481-1. [fecha de consulta 18 noviembre 2016].

Disponible en:

[http://landresources.montana.edu/swm/documents/Final\\_proof\\_SW1.pdf](http://landresources.montana.edu/swm/documents/Final_proof_SW1.pdf)

MAGRIN, Graciela - Impactos del CC en la región: breve revisión del 4to reporte del IPCC

MARTINEZ, A y FRANCIA, J. Efecto de los sistemas de laboreo en la erosión y escorrentía. Córdoba: García Torres y P. González Fernández. pp. 177-188.

Ministerio de Agricultura. Anuario Estadístico de la producción agrícola y ganadera 2015.

Disponible en:

[http://siea.minag.gob.pe/siea/sites/default/files/anuario\\_produccion\\_agricola\\_ganadera2015.pdf](http://siea.minag.gob.pe/siea/sites/default/files/anuario_produccion_agricola_ganadera2015.pdf)

MOGOLLON José, MARTINEZ Alicia y TORRES Duilio. Effect of application of vermicompost on the chemical properties of saline-sodic soil of Venezuelan semiarid [en línea]. Abril 2015. [fecha de consulta 31 Marzo 2017].

PARRA Boronat, Lorena. Efectos de distintos niveles de salinidad en especies halófilas en un saladar del Sud de Alicante. Tesis (Licenciatura en Ciencias Ambientales). Gandia, España: Universidad Politecnica de Valencia, Escuela Politecnica Superior de Gandia, 2012.

PEDROSA Diaz, Wladimiro. Influencia de la salinidad y la temperatura en la germinación de *Limoniumtabernense* Erbm: Implicaciones para el diseño de jardines y restauración ecológica de áreas salinas en ambiente áridos y semiáridos. Tesis (Ingeniero Técnico Agrícola). Almeria, España: Universidad de Almeria, Escuela Superior de Ingenieria, 2013.

PEREZ, Cesar, PIZA, Paola y SALAMANCA Angela. Respuesta fisiológica del cultivo de remolacha (*Beta vulgaris* L.) bajo condiciones de un sustrato salino en Madrid, Cundinamarca. [en línea]. Junio 2012, no. 12. [ fecha de consulta 09 Octubre, 2016].

Disponible en: [http://biblioteca.uniminuto.edu/ojs\\_desa/index.php/Inventum/article/download/477/450](http://biblioteca.uniminuto.edu/ojs_desa/index.php/Inventum/article/download/477/450)

Phytodesalination of a Salt-Affected Soil with Four Halophytes in China por Yuji Sakai [et al]. *Journal of AridLandStudies* [en línea]. 2012, vol. 22. [fecha de consulta: 09 Octubre 2016].

Disponible en: [http://nodaiweb.university.jp/desert/pdf/JALS-B02\\_17-20.pdf](http://nodaiweb.university.jp/desert/pdf/JALS-B02_17-20.pdf)

Plan económico social de Lambayeque (2013: Lambayeque, Perú).

Disponible en:

<http://myslide.es/documents/desarrollo-de-un-plan-listo.html>

TOLL Vera, Jorge. Recuperación biológica de suelos salinos y salinos sódicos mediante especies forrajeras en la llanura deprimida salina del este de Tucumán y oeste de Santiago del Estero, Argentina. Tesis (Doctor en

Agronomía). San Miguel de Tucumán, Argentina: Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Agronomía y Zootecnia, 2014. 434 p.

TISDALL, J. Fungal hyphae and structural stability of soil. *Australian Journal of Soil Research* [en línea] 1991, vol 29, no. 6. [fecha de consulta: 15 noviembre 2016].

Disponible en:

<http://www.publish.csiro.au/sr/SR9910729>

TUBIELLO, Francesco. Conexiones entre mitigación, cambio climático, adaptación y desarrollo rural: Mejorar la información para planear acciones de respuesta conjunta. En: Taller Mesoamericano de capacitación para los inventarios de emisiones y planes de mitigación en el sector agricultura, uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (2014: San José, Costa Rica). Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2014.

ZAVALETA, A (1992). Edafología: el suelo en relación con la producción. CONCYTEC, LIMA.

## **ANEXOS**



Fuente: Elaboración propia.

**Ilustración 1.** *La zona de estudio, área salina*



Fuente: Elaboración propia.

**Ilustración 2.** *Muestra inicial de la zona de estudio*



Fuente. Elaboración propia.

**Ilustración 3:** *Preparacion de los almáccigos de beterraga*



Fuente. Elaboración propia.

**Ilustración 4.** *Las plantas de la beterraga se encuentran muertas por el exceso de sales en suelo.*





Fuente. Elaboración propia.

### **Ilustración 5:** *Análisis Cualitativo de carbonatos*



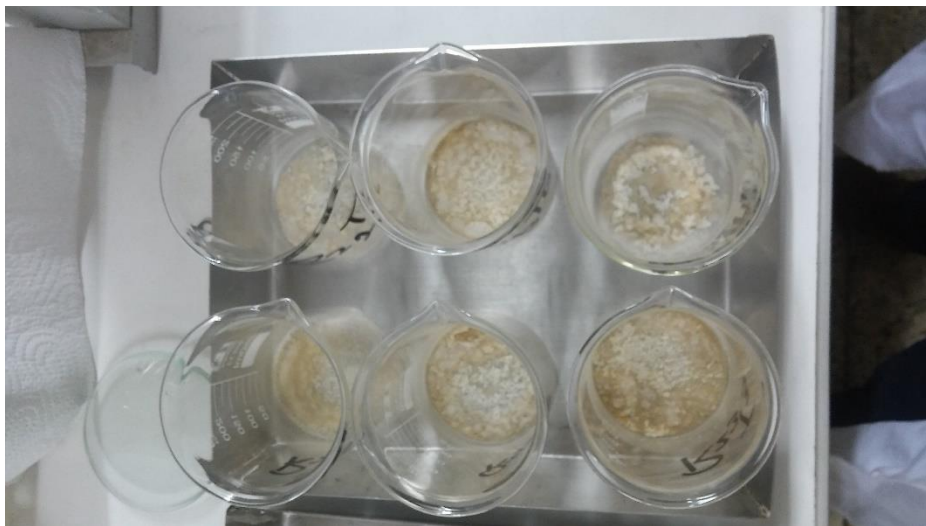
Fuente. Elaboración propia.

### **Ilustración 6.** *Análisis Cualitativo de Materia Orgánica.*



Fuente. Elaboración propia.

**Ilustración 7:** *Análisis de pH y Conductividad eléctrica.*



Fuente. Elaboración propia.

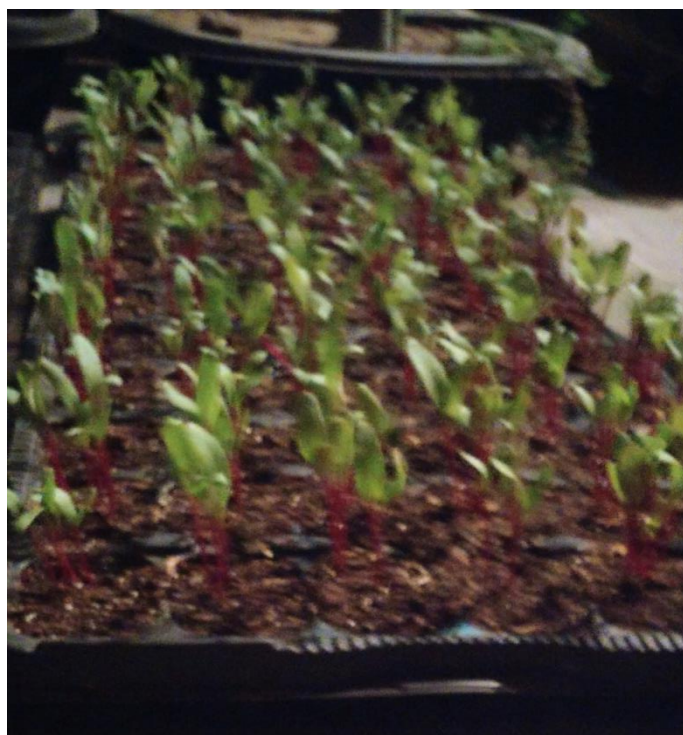
**Ilustración 8.** *Las sales halladas en los análisis de salinidad despues de la desalinizacion del suelo.*





Fuente. Elaboración propia.

**Ilustración 9.** *Pesando las muestras de suelo para el análisis.*



Fuente. Elaboración propia.

**Ilustración 10.** *Almácigos de Beterraga*



**Ilustración 11:** *Los almácigos preparados, a 2 días de haber depositado las semillas en las 72 celdas.*





Fuente. Elaboración propia

**Ilustración 12.** Siembra de las beterragas en las macetas experimentales.

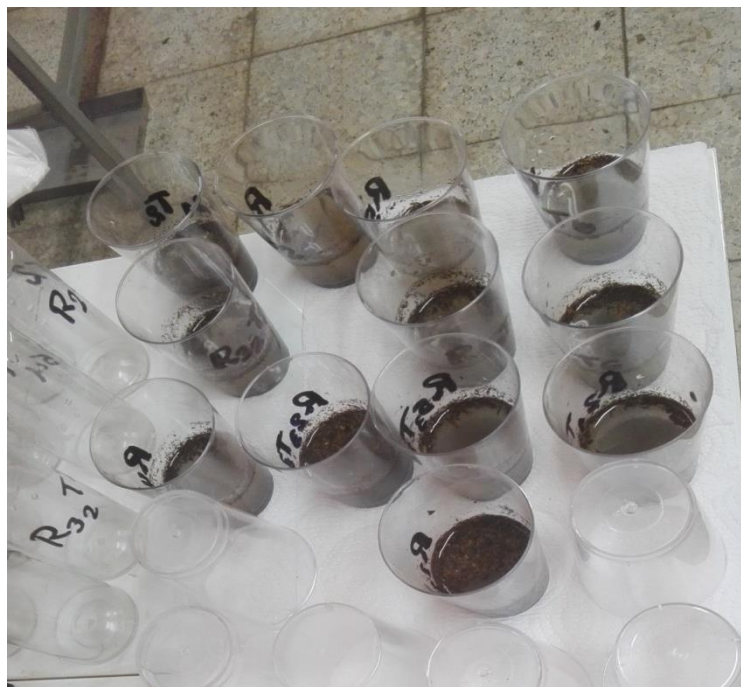


**Ilustración 13.** Las beterragas en la 4ta siembra, se puede observar que siguen en estados óptimos a los 21 días.



Fuente. Elaboración propia.

**Ilustración 14.** Muestreo de plantas, poniéndolas sobre papel kraft, posteriormente fueron llevadas a la estufa para secarlas y medir la CE.



Fuente. Elaboración propia

**Ilustración 15.** Las plantas secas y molidas, se encuentran en los vasos; se adicionó agua para agitarla cada solución por 10 min y finalmente poder medir la CE.



Fuente. Elaboracion propia.

**Ilustración 16.** *Moliendo las plantas secas.*



Fuente. Elaboración propia.

**Ilustración 17.** *La planta de beterraga a los 21 días, correspondiente al tratamiento 3, repeticion 1.*





Fuente. Elaboracion propia.

**Ilustración 18.** *La planta de beterraga a los 21 días, correspondiente al suelo testigo, repetición 1.*



